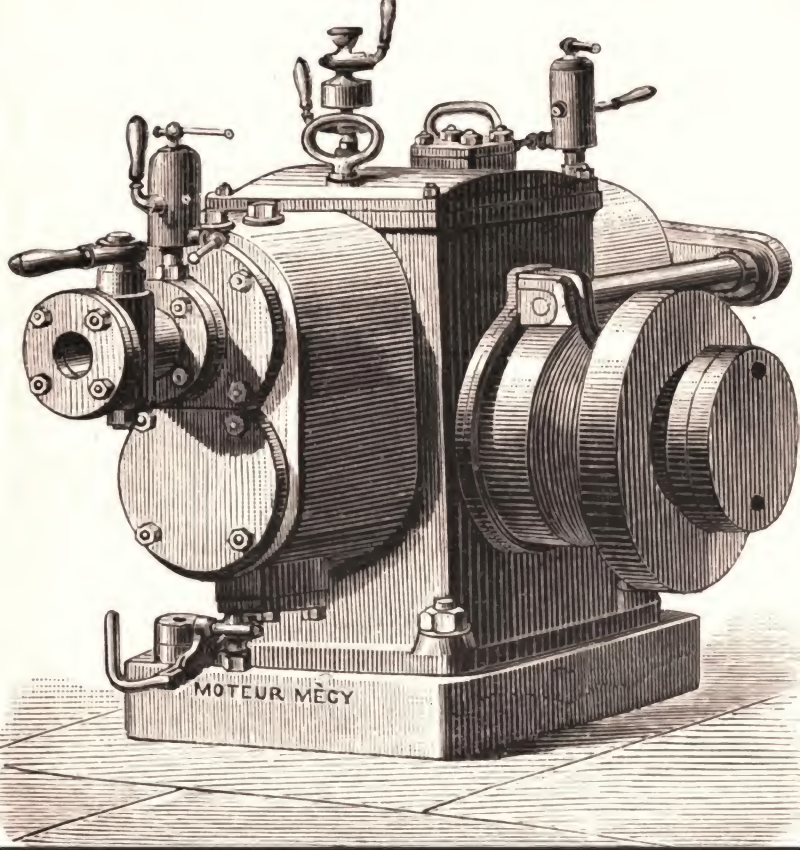


Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse

István Fodor, Etienne de Fodor

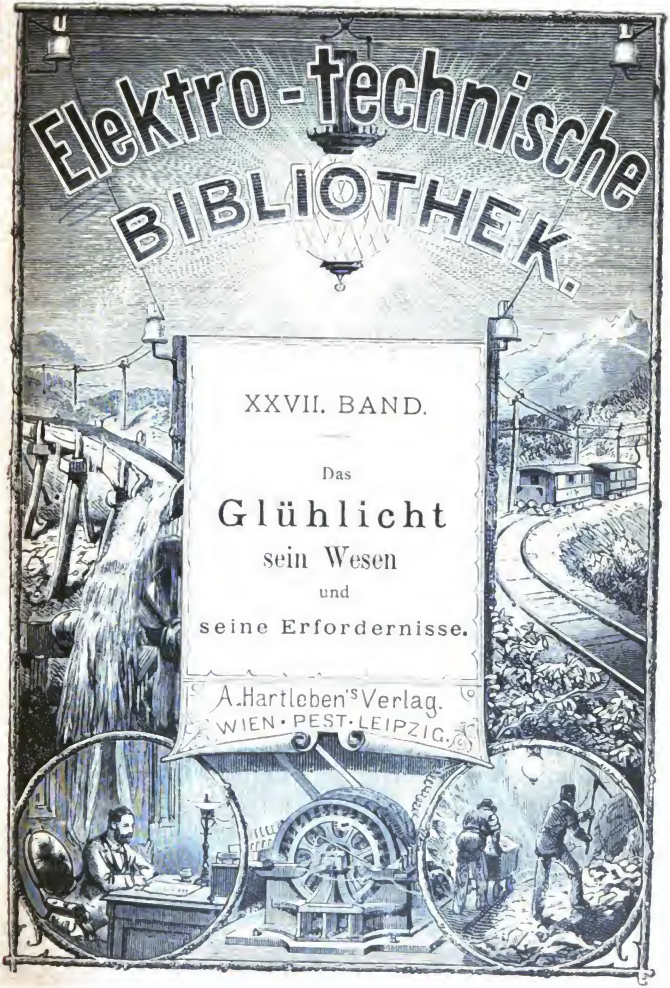
Digitized by Google

Eng 41

GODFREY

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek.

Mit über 2000 Illustrationen.

In Bänden, geheftet à 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.; eleg. geb. à 2 fl. 20 kr. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. = 2 R. 40 Kop.
Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Inhalt der Sammlung:

I. Band. Die magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Von Gustav Glaser-De Cew. 4. Auflage. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. Von Eduard Japing. 2. Auflage. — III. Band. Das elektrische Licht. Von Dr. A. v. Urbanitzky. 2. Auflage. — IV. Band. Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermoelektrischen Stromquellen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von W. Ph. Hauck. 2. Auflage. — V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von Theodor Schwartze. 2. Auflage. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis. Von Ed. Japing. 2. Auflage. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. Ein Leitfaden der elektrischen Messkunde. Von A. Wilke. 2. Auflage. — IX. Band. Die Grundlehren der Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von W. Ph. Hauck. — X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhange, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Ausführung. Von Dr. A. von Urbanitzky. 2. Auflage. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst. — XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die Feuerwehr-Telegraphie. Von Dr. A. Tobler. — XIV. Band. Die Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter. — XV. Band. Die Anwendung der Elektricität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer. — XVIII. Band. Die Elektrotechnik in der praktischen Heilkunde. Von Prof. Dr. Rudolf Lewandowski. — XIX. Band. Die Spannungs-Elektricität, ihre Gesetze, Wirkungen und technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger. — XX. Band. Die Weltliteratur der Elektricität und des Magnetismus, 1860 bis 1883. Von Gustav May. — XXI. Band. Die Motoren der elektrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb. Von Theodor Schwartze. — XXII. Band. Die Generatoren hochgespannter Elektricität. Von Prof. Dr. J. G. Wallentin. — XXIII. Band. Das Potential und seine Anwendung zur Erklärung elektrischer Erscheinungen. Von Dr. O. Tumlirz. — XXIV. Band. Die Unterhaltung und Reparatur der elektrischen Leitungen. Von J. Zacharias. — XXV. Band. Die Mehrfach-Telegraphie auf Einem Drahte. Von A. E. Granfeld. — XXVI. Band. Die Kabel-Telegraphie. Von M. Jüllig. — XXVII. Band. Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse. Von Etienne de Fodor. — XXVIII. Band. Geschichte der Elektricität. Von Dr. Gustav Albrecht.

Die Sammlung ist auch in Lieferungen à 30 Kr. = 60 Pf. = 80 Cts. = 36 Kop. nach und nach zu beziehen. — Einbanddecken pro Band 40 Kr. = 75 Pf. = 1 Fr. = 45 Kop.

Digitized by Google

DAS GLÜHLICHT

sein Wesen und seine Erfordernisse.

ERFAHRUNGEN

über

Herstellung, Dauer und Leuchtkraft der Lampen

Berechnung und Ausführung der Anlagen

praktische Lichtvertheilung im Raume

und

ausserordentliche Betriebsverhältnisse.

Von

Etienne de Fodor

Ingenieur der Société Électrique Edison in Paris.

Mit 119 Abbildungen.

WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

1885.

Digitized by Google

F. 2065
Eng 4128.85
SEP 14 1885
Harvard College
(27.22)

Alle Rechte vorbehalten.

K. k. Hofbuchdruckerei Carl Fromme in Wien.

Digitized by Google

Vorrede.

Dieses Buch ist nicht für den Gelehrten und auch weniger für jenen Fachmann geschrieben, der die elektrische Wissenschaft vorzugsweise theoretisch betreibt. Wir entwickeln weder neue Theorien, noch suchen wir alte zu erklären oder zu begründen. Wir suchen vorzugsweise zu Jenem zu sprechen, an den die Elektricität blos von ihrer praktischen Seite herangetreten ist, und wir sind davon überzeugt, dass auch der Theoretiker es als Bedürfniss fühlt, sich dieser Seite zuzuwenden.

Bis heute hat sich die praktische Seite der elektrischen Wissenschaft, und speciell jene des elektrischen Lichtes, blos Jenen überzeugend kundgegeben, welche nicht in unerreichbaren Höhen suchten, sondern im eigenen Umkreise und mit phantasieloser Anschauung das bereits Existirende, das anschaulich Gewordene, das seit geraumer Zeit mit Erfolg Bestehende sich eigen zu machen suchten.

Der Industrielle, der Gewerbsmann, das sind Diejenigen, für welche vorzugsweise die Verbesserung der

Digitized by Google

Beleuchtungsarten, die Vervollkommnung des elektrischen Lichtes angestrebt wird. Gerne wollten dieselben sich eingehender mit diesen Bestrebungen befassen, aber sie, welchen die Fortschritte der elektrischen Wissenschaft ebenso überraschend, ebenso ungeahnt gekommen sind, als den Männern der reinen Wissenschaft selber, sie konnten sich nur schwer oder aber gar nicht darüber im Laufenden erhalten.

Es ist heute für den Berufsmenschen schwer, Alles zu behalten, Alles in's Auge zu fassen, was ihm sein Handwerk, seine Beschäftigung tagtäglich an Neuem bringt. Wie sollte man von ihm verlangen, sich noch mit Anderem, und zwar mit einer Wissenschaft zu beschäftigen, die ganz eigenartig und neu ist und zu den schwierigsten gehört, die je des Menschen Verständniss angestrengt haben?

Nicht Theorien: praktische Erfahrungen, Greifbares wollen sie. Und das soll für ihren Theil das vorliegende Werk bieten. Wir wollen durch dieses Buch auch dem Laien die Mittel an die Hand geben, leicht zu verstehen, was eine elektrische Maschine, eine elektrische Lampe ist, und wir wollen ihn vorzugsweise mit deren sichtlich zu Tage tretenden Eigenschaften bekannt machen, ohne dieselben theoretisch zu begründen.

Wir wollen dem Laien die Mittel an die Hand geben, nicht nur die Vorzüge, sondern auch die Mängel der elektrischen Beleuchtung aus eigener Anschauung

Digitized by Google

kennen zu lernen, wir wollen ihn mit den Symptomen jener Zustände bekannt machen, welche vermieden werden sollen, wir wollen ihn lehren, äusserlich zu beurtheilen, ob eine Anlage gut oder vorschriftsgemäss hergestellt ist.

Dass wir hierbei blos vom Glühlicht sprechen, mag einestheils der beschränkte Raum dieses Buches begründen, anderntheils sei es erklärt durch den Umstand, dass es bis jetzt blos das Glühlicht ist, welches für industrielle und häusliche Zwecke wirklich praktische und zahlreiche Anwendung gefunden hat, während das Bogenlicht in seiner Vervollkommnung noch nicht jenen Grad erreicht hat, der die Erfindung Thomas Alva Edison's schon zur Zeit der Pariser Ausstellung kennzeichnete.

Ebenso wie dieses Buch auch dem Laien von Nutzen sein soll, möge es speciell dem Elektrotechniker eine Handhabe sein in allen Fällen, in welchen die rein technischen Erfordernisse einer häuslichen Beleuchtungsanlage in Frage kommen. Dem Anfänger im schweren Handwerk, dem jungen Monteur, der zum erstenmale eine selbstständige Arbeit unternimmt, möge es ein guter Berather werden, da ja das meiste in diesem Buche Vorkommende auf Erfahrungen fusst, welche so alt sind, als die ersten Glühlicht-Anlagen am Continente.

Verfasser dieses hat seit der epochemachenden Elektricitätsausstellung in Paris, wenn auch nur als bescheidener Mitarbeiter, mitgekämpft in der Schaar der Pionniere, welche dem neuen Lichte so rasche Verbreitung auf dem

Digitized by Google

Continente verschafften. Heute, wo das so vielfach bekämpfte und so vielfach verschrieene System festen Fuss gefasst hat, sei es uns gestattet, die bisher gewonnenen praktischen Erfahrungen Jenen mitzutheilen, welche der Sache, sei es als Förderer oder als Mitarbeiter, ihr Interesse zugewandt haben. Wir haben uns bestrebt, so leichtfasslich als möglich zu schreiben und haben es in vielen Fällen vorgezogen, lieber einen gemeingeläufigen Ausdruck, ein vulgäres Beispiel zu benützen, als im Kathederstyl zu dociren.

Das vorliegende Buch ist, wie jeder Band der „Elektrotechnischen Bibliothek", ein selbständiges Ganzes; es wird jedoch an Werth und Verständniss um ein Bedeutendes gewinnen, wenn seiner Lectüre das Studium der früheren Bände der „Elektrotechnischen Bibliothek" vorausgegangen ist.

Schliesslich sei es dem Verfasser gestattet, besten Dank abzustatten an die Berather und Gönner des Verfassers: den Herren Chas. Batchelor und Francis Jeh in New-York; Alfons Chatard, Léon Rau, Charles Picou in Paris; Ludwig Seubel in München, der kaiserlichen Generaldirection der Reichseisenbahnen in Strassburg, den Herren Director Wolff in Warschau, Chas. Nottbeck in Petersburg und de Montgolfier in der Touraine.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhalt.

Die Motoren.

Seite

Die Dampfmotoren und ihr regelmässiger Gang. — Berechnung der Schwungräder. — Equilibrirung der Scheiben. — Der Regulator. — Die Steuerung. — Directe Kuppelung des Motors an die Dynamomaschine. — Die „steam-dynamo". — Dimensionen und Preis der direct wirkenden Motoren 1

Die Gasmotoren. — Ihre Wartung. — Ihre Construction. — Ihre Thätigkeit. — Aufstellung der Gasmotoren. — Ihre Unterhaltung 15

Die hydraulischen Motoren. Regulirung. — Ihre Anwendung für elektrische Beleuchtung. — Kostenpreis und Dimensionen 23

Die Treibriemen. Gattungen und ihre Verbindung. — Erfordernisse einer guten Naht. — Einfluss der Riemen auf den Gang der Dynamo 30

Die Leitungen.

Einleitung. Oekonomische Rücksichten. — Isolirung. — Sicherung gegen äussere Einflüsse. — Handlichkeit der Leitungen. — Berechnung des Querschnitts. — Hauptleitung. — Nebenleitung. — Zweigleitung. — Stromnetz. — Querschnitt der Hauptleitungen. — Drahtlehre. — „Palmer". — Querschnitt, Gewicht und Durchmesser der gebräuchlichen Drahtsorten. — Formeln zur Querschnitts-Berechnung. — Sicherheits-Coëfficienten. — Leitungsschema. — Erdleitungen. —

Digitized by Google

Seite

Verlust an Energie in den Leitungen. — Sicherheitslinien. — Verbindungslinien. — Parallelschaltung. — Hintereinanderschaltung. — Brückendrähte. — Gleichgewicht in der Stromvertheilung. — Anzahl der Lampen für das Mehrleiter-System 32

Befestigung der Leitungen. Klammern. — Holzisolatoren. — Schutz- und Deckleisten 57

Luftlinien. Isolatoren. — Ständer. — Zurichtung der Stangen. — Wirkung der atmosphärischen Einflüsse auf die Leitungen. — Drahtmaterial. — Spannung der Leitung. — Einführung der Leitung in Gebäude 60

Verbindung der Drähte untereinander. Löthstellen. — Löthofen. — Löthlampe. — Isolirung 65

Unterirdische Leitungen. Kabel und ihre Erfordernisse. — Die „Seele" der Kabel. — Abzweigungen. — Inductive Kraft der Isolation. — Ableitung des Stromes in die Erde. — Löthstellen. — Prüfung derselben. — Stangenleiter. — Sicherheitsvorrichtungen. — Zersetzung der Isolation. — Einfluss der Temperatur. — Unterirdische Leiter für grosse Strommengen, in Holz und Asphalt. — Ihre Herstellung 68

Die Dynamo.

Einleitung. — Arten für die Glühlichtbeleuchtung. — Shunt-Dynamo. — Compound-Dynamo. — Verbindung mehrerer Dynamos untereinander. — Parallelschaltung. — Hintereinanderschaltung. — Schema für die Verbindungen. — Der Stromlauf in der Dynamo. — Anordnung der Elektromagnete 81

Die Fundirung. Gleitschienen und Stellschrauben. — Verankerung. — Isolirung von der Erde. — Vorschriften für die Fundirung 91

Die Spannung der Dynamo. Gefährlichkeit hoher Spannung für den menschlichen Organismus. — Normale Spannung. — Veränderlichkeit derselben 95

Die Umdrehungsgeschwindigkeit. Ihr Einfluss auf das Licht. — Normale Geschwindigkeit 98

Digitized by Google

Seite

Die Elektromagnete. Isolirung. — Verbindung mit der Erde — Inductionswirkungen. — Stromverluste in den Elektros. — Unfälle durch schlechte Isolirung. — Concrete Beispiele 99

Der Stromerzeuger. Form und Construction. — Erwärmung und ihre Gefährlichkeit. — Löthstellen 103

Der Stromsammler. Einfluss der Reibung. — Isolirung der Barren. — Mica und Asbest. — Verbindung der Drähte mit den Barren. — Vorsichtsmassregeln. — Abnützung und Umtausch des Stromsammlers. — Bedingungen für die beweglichen Stromsammler und für ihre Auswechslung. — Guter Contact. — Funken 104

Die Stromabnehmer. Construction und Gattungen. — Beschreibung ihrer Vortheile und Nachtheile. — Stellung der Bürsten. — Ihre Unterhaltung und Wartung 111

Der Regulator. Veränderlicher Widerstand. — Construction und Wartung. — Automatische Regulatoren. — Ihre Einwirkung auf den Strom. — Einwirkung auf die Geschwindigkeit des Motors. — Centrifugalkraft und ihre Verwendung zur Regulirung 116

Die Glühlampe.

Ihre Bestandtheile. — Lichtstärke. — Platinfaden. — Papierkohle. — Pflanzenfaser. — Ungleichförmigkeiten in der Kohle. — Leuchtende Fläche. — Erforderniss an mechanischer Kraft. — Erforderniss an Stromintensität. — Widerstand der Kohle und seine Grenzen. — Die Bambusfaser. — Die amorphe Cellulose. — Die Dauerhaftigkeit der Kohle. — Die Arbeit des Stromes in der Kohle. — Die Wärme als Begleiterin der Arbeit. — Zersetzung der Kohle durch den Strom. — Die Dichtigkeit des schlechten Leiters. — Chemisch reine Kohle. — Die chemische Arbeit des Stromes in der Lampe. — Das Arbeitscentrum. — Die Bruchstellen. — Einfluss der Entfernung der Lampen von der Dynamo. — Wechselströme. — Ihre Vortheile und Nachtheile . 122

Die Photometer. Rumford. — Bunsen. — Normalkerzen. — Formeln und Regel. — Carcel 138

Anzahl der Brennstunden im Jahre 143

Digitized by Google

Die Sicherheitsvorrichtungen.

Seite

Ihr Zweck. — Ihre Erfordernisse. — Ihr Querschnitt. — Ihre Anordnung und Construction. — Die Ausschalter. — Der Unterbrechungsfunke. — Schutz der Lampen. — Empfindlichkeit der Sicherheitsvorrichtung. — Einfluss des Querschnittes auf die Empfindlichkeit 144

Lampensockel und Lampenhälter.

Arten und Construction. — Erfordernisse. — Typen. — Anwendung für ausserordentliche Verhältnisse. — Einfluss der Gase auf die Contactstellen. — Feuchtigkeit und Oxydation. — Isolirungsmaterial. — Vorsichtsmassregeln. — Aufhängungen. — Wandarme. — Laternen. — Tragbare Lampen 152

Allgemeines.

Situationsplan. — Installationsarbeiten. — Arbeiter. — Beispiele von Anlagen in: Spinnereien und Webereien, Buchdruckereien, an Dampfmaschinen, in Kesselhäusern, Papierfabriken, Cellulosefabriken, Zuckerfabriken und Raffinerien, Tapetenfabriken u. s. w. — Höhe der Lampen. — Schirme. — Reflectoren. — Proben. — Dauer der Lampen. — Symptome anormaler Zustände 184

Digitized by Google

Namen- und Sach-Register.

Ammonium-Hydrosulphid 129.
Ampère-Meter 117.
Anlagekosten 191.
Arbeitscentrum 135.
Asbestpapier 106.
Asphalt 80.
Aufhängungen, schwingende 159.
— fixe 159.
— in feuchten Räumen 168.
— verschiebbare 171.
—umehrarmige 172.
Ausbalancirung der Scheiben 5.
Ausschalter 147.
— an Wandarmen 177.
Automatische Regulatoren, Arten, 118.
— — Maxim, 119.
— — Fodor 120.
Averdick 217.
Bambusfaden 128.
Barren des Stromsammlers 105.
Beleuchtungs-Anlagen, ausserordentliche Verhältnisse 154.
— ökonomische Rücksichten 34, 98.
Berechnung der Lichtstärke 138.
Bernoulli 24.
Beton 94.
Birminghamer Drahtmass 39, 42.
Bleidraht 76, 145, 151.
Bleikabel 73.
Bleirohr 73.
Boudoir, Beleuchtung 182.
Brennstunden im Jahre 143.
Brotherhood 13.
Bruchstellen 136.
Bunsen 140.
Bureaux, Beleuchtung 171, 176, 181.
Bürsten 112.
Canäle für Leitungen 75.
Carcel-Lampe 142.
Cellulose 129.
Cement 95.
Centrifugalkraft 120.
Chlor, Einwirkung auf offene Contactstellen 156.
Circular mills 40.
Collecteur 104.
Commutator 104.
Condensator 100.
Contacte 110, 112, 181.
Contactstellen in Lampenhältern 155.
— in Leitungen 65.
Coupe-circuit 146.
Curve des aufgehängten Drahtes 63.
Cut-out 146.
Dampfmotoren 1.
— Prüfung 1.
— Regulirung 7.
Doppelständer 61.
Draht, Gewicht 42.
Drahtlehre, Birmingham 39, 42.
— amerikanische 40.
Drehungsgeschwindigkeit 97, 98.
Dübel 166.
Dynamo, Shunt-, 81.
— Compound-, 82.

Digitized by Google

Dynamo, Stromlauf 82.
— Fundirung 91.
— Spannung 95.
— Schaltung 83.
— Umdrehungs-Geschwindigkeit 98.
— Elektromagnete 99.
— Stromerzeuger 103.
— Stromsammler 104
Ebonit, Röhren 65.
Edison 75, 98, 110, 111, 114 116, 128, 146, 153.
Einführung der Leitung in Gebäude 64.
Elektromagnete, Anordnung 90.
— Isolirung 99.
Endlose Riemen 30.
Erde, ihr Einfluss auf Dynamos 47, 93.
— auf Lichthälter 165.
— auf unterirdische Leitungen 40
Erdleitungen 47.
Equilibrirung der Scheiben 5.
Fabriken, Buchdruckereien 193.
— Cellulosefabriken 202.
— Hutfabriken 162.
— Kesselhäuser 195.
— Papierfabriken 154, 198.
— Pulverfabriken 207.
— Spinnereien u. Webereien 159.
— Tapetenfabriken 207.
— Zuckerfabriken 204.
Feilkloben 66.
Fodor 24, 51, 81, 120.
Fourneyrou 23.
Fundirung von Dynamos 91.
— von Gasmotoren 19.
Funkenbildung, Einfluss 111.
— an den Stromabnehmern 107.
— an den Ausschaltern 149.
Galvanometer 72, 107.
Gasleitungen, Verwendung für elektrisches Licht 167.
Gasmesser 21.
Gasmotoren 15.
— Wartung 16.
— Otto's 16.
Girard 23 24, 25, 27.
Glaskörper 135.
Gleitschienen 92.
Gramme 111.
Gyps 152.
Guttapercha 68, 155.
Hebelwerk 118.
Hydraulische Motoren, Arten 23.
— Regulirung 23.
— Preis 28, 29.
— Verwendung von Ebbe und Fluth 28.
Hieronymi 217.
Indifferenzpunkte des Inductors 119.
Inductive Kraft des Isolationsmaterials 70.
Isolirband 68.
Isolirmasse 77.
Isolirung der Leitungen 34 69, 104.
— der Elektromagnete 99.
— des Stromerzeugers 105.
— der Lichthälter 165.
Isolatoren 64.
Johnson 39.
Jonval 23, 26, 27.
Joule 131.
Kabel 61, 69.
Kandelaber 177.
Klammern als Isolatoren 58.
— bei Röhrenleitern 79.
Kohle, Beschaffenheit und Verhalten 124.
Kohlenbügel 134.
Krämer 14.
Kuppelung, directe 8.
— Oldham 9.
Ladungs-Erscheinungen 93, 100
Lampen, Edison 128, 135.
— Lane-Fox 126.
— Weston 129.
— Lichtstärke 126, 215.
— Anbringung 173.
— Dauer 137, 214.
— Widerstand 127.
— Herstellung 124, 129, 135.
Lampenhälter aus Ebonit 156.
— aus Cement 157.
— Isolationsmaterial 156.
— Typen 153.

Digitized by Google

Lampenhälter, Einwirkung der Atmosphäre auf dieselben 156.
Lampensockel 152.
Lane-Fox 126.
Laternen, Anordnung 177.
— Vertheilung 180.
Legirung 67.
Leitungen, Berechnung des Querschnitts 37.
— Hauptleitung 37.
— Nebenleitung 37.
— Zweigleitung 38.
— Oekonomie im Material 33.
— als Condensator 100.
— Unterbrechung durch Abschmelzen 76.
Leitungsdrähte, Isolirung 34.
— Feuergefährlichkeit 35.
— äussere Einflüsse 35.
— Anbringung 36.
Lichteinheiten 142, 188.
Lichthälter, Isolirung von der Erde 175.
Lichtstrahlen 188.
Locheisen 31.
Löthlampe 67.
Löthofen 66.
Löthstellen an Drähten 64, 65.
— an Kabeln 70
— an Stromerzeugern 107, 109.
— an Stromabnehmern 112.
Luftlinien 60.
Lustres 172.
Magnetisches Feld 83, 91.
Magnetismus, remanenter 188.
Maxim 119.
Mègy 11.
Mehrleiter-System 54.
Mica 106.
Montage der Anlage 184.
Motoren, Veränderlichkeit der Geschwindigkeit 6.
— direct wirkende 9.
— Porter-Allen 9.
— Mègy 11.
— Brotherhood 13.
— Krämer 14.
— Fundirung 19.
Muffe 75.
Neusilberdraht 116.
Nitrocellulose 129.
Normalkerzen in England 142.
— in Frankreich 142.
Oldham 9.
Otto 16.
Palmer 40.
Papier als Kohle 124, 125.
Paraffin 156.
Pflanzenfaser 126
Photometer, Rumford 138.
— Bunsen 140.
Plan der Anlage 184.
Platin als Glühlicht 123.
Poncelet 23.
Porter 6.
Porter-Allen 9.
Präcisions-Steuerung 7.
Proben, Beleuchtungs-, 211.
Pröll 7.
Pyroxyline 129.
Raccord 167.
Rahmen für Dynamos 95.
Rauhwerden d. Stromsammlers 105.
Regulatoren für Dampfmotoren 6.
— für hydr. Motoren 23
— für Stromstärken 82, 86, 116.
Rentabilitäts-Berechnung 142.
Rinnen für Kabel 79.
Röhren für Aufhängungen 161, 165.
— für Gasmotoren 20.
— für unterird. Leitungen 75.
Rohseide 72.
Rondellen 165.
Rumford 138.
Schaltungsweisen, für Lampen 52.
— für Dynamos 85.
Schraubenlockerung 110.
Schutz der Lampen 150.
Schutzfaden 164.
Schutzleisten 59.
Schwungrad, Gewicht 2.
— Berechnung 3.
Seele der Kabel 69.
Segner 23.
Sectoren 107.
Shunt 82.

Digitized by Google

Sicherheits-Coëfficient für Leitungen 45.
Sicherheitslinien 49.
Sicherheitsvorrichtungen zum Schutze der Lampen 144.
— zum Schutze der Leitungen 76, 144.
— Form 146.
— Querschnitt 146, 151.
— Empfindlichkeit 151.
Spannung des Stromes in Dynamos 38.
— Gefährlichkeit 96.
Stangen für Leitungen 62.
— aus Metall 75.
Steam-Dynamo 9.
Stellschrauben 92.
Strom, seine zersetzende Eigenschaft 77, 134.
Stromabnehmer 111.
Stromerzeuger 163.
Stromnetz 48.
Stromsammler 104.
Stromvertheilung 48.
Tannenholz 79.
Temperaturwechsel 77, 81.
Tischlampen 183.
Todter Punkt 1.
Tragbare Lampen 181.
Treibriemen, Naht 80.
— endlose 30.
Treibriemen, Einfluss auf den Gang der Dynamos 32, 92.
Umdrehungs-Geschwindigkeit der Dynamos 97, 98.
— der Motoren 98.
Unterbrechung des Stromes in Ausschaltern 149.
Unterirdische Leitungen 68.
Verbindungslinien 49.
Verlust in den Leitern 44.
Vertheilungswelle 17.
Voltmeter 217.
Wandarme, Arten 173.
— Isolirung 175.
Wärme, als Begleiterin der Arbeit 131.
Wärme-Entwicklung im Stromerzeuger 103.
— in den Leitern 35, 50, 65, 144.
— in der Lampe 132.
— im Stromregulator 118.
Wartung der Dynamos 187.
Wasserräder 24.
Watt 7.
Wechselstrommaschine 137.
Werfen der Transmissionen 2.
Weston 129.
Wickelung 90.
Widerstand der Isolirmasse 77.
— des Kohlenbügels 128.
Zacharias 66.

Digitized by Google

Die Motoren.

Die erste und wichtigste Sache, mit welcher man sich bei Anlage einer elektrischen Beleuchtung zu befassen hat, ist der Motor, von welchem aus die Dynamomaschine in Betrieb gesetzt werden soll. Die in diesem Falle sich ergebenden Eventualitäten sind zu zahlreich, als dass sie hier einzeln aufgeführt Platz finden könnten. Wir wollen uns daher nur mit den am häufigsten vorkommenden Fällen befassen.

* * *

Dampfmotoren. Da die elektrische Beleuchtung bis heute vorzugsweise in industriellen Etablissements Eingang gefunden hat, und auch noch für lange Zeit hinaus blos die Fabriken, Ateliers und überhaupt solche Unternehmungen, die bereits über Motoren verfügen, es sein werden, welche sich der elektrischen Beleuchtung annehmen, wollen wir uns zuerst mit diesen beschäftigen.

Der Elektrotechniker hat, bevor er an die Einrichtung geht, zuerst den Motor genau zu prüfen, welcher die Dynamomaschine in Bewegung setzen wird. Man findet Motoren mit regelmässigem Gange äusserst selten in Fabriken, zumeist haftet denselben der Fehler an, dass der „todte Punkt" nicht genügend überwunden ist. Dieser Fehler theilt sich der ganzen Transmission und folglich

Digitized by Google

auch der Dynamomaschine mit und es entstehen Unregelmässigkeiten im Lichte, die sehr störend wirken.

Es würde zu weit führen, den Ursachen dieser Erscheinung nachzugehen; im Allgemeinen soll hier nur angeführt werden, dass das „Werfen" oder „Schmeissen" der vom Motor bethätigten Transmissionen zumeist auf zwei Ursachen zurückgeführt werden kann:

1. Entweder ist das grosse Schwungrad des Motors zu leicht oder zu schwer;

2. oder aber sind die Riemenscheiben der Transmissionen (Riemen-Uebersetzungen) nicht genügend ausbalancirt.

Es ist zumeist nicht möglich, das Gewicht des Schwungrades zu ermitteln; wo dies aber möglich ist, soll nicht versäumt werden, das Gewicht desselben zu rectificiren. Das Ueberwerfen der Riemenscheiben wird dadurch bedeutend vermindert, und wenn die Anbringung eines Supplementsgewichtes am Schwungrad auch ein umständliches Ding ist, so ist doch der hieraus resultirende Nutzen, als: längere Dauer der Achsenlager, regelmässiger Gang aller Maschinen (Dynamo einbegriffen), ein ziemlich bedeutender.

Betrachten wir das Princip, welches einem Schwungrade zu Grunde liegt, so finden wir, dass seine Aufgabe, die Ungleichförmigkeiten im Gange der Maschine zu beseitigen, dadurch erreicht wird, dass das Rad in jener Zeit, in welcher die treibende Kraft mehr Arbeit producirt, als der Widerstand consumirt, den Ueberschuss an Arbeit in seiner Masse ansammelt, um dergestalt in jenen Momenten, wo die Kraft schwächer wird, als der zu bewältigende Widerstand, Arbeit zur Ueberwindung dieses Widerstandes abgeben zu können.

Digitized by Google

Hierbei ein Beispiel zur Berechnung eines Schwungrades, wie sie Bernoulli aufstellt:

Wie gross muss das Gewicht eines Schwungrades zu einer 30pferdigen Dampfmaschine sein, welches 4 Meter mittleren Durchmesser hat und 40 Umgänge pro Minute macht, wenn der Grad der Regularität 36 sein soll?

Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades:

$$\frac{4 \,.\, 3,14 \,.\, 40}{60} = 8{\cdot}73 \text{ Meter.}$$

Für eine Dampfmaschine ohne Expansion, ohne Balancier, wenn die Schubstange fünfmal länger als die Kurbel, beträgt für diesen Werth das Gewicht des Schwungrades

$$5600 \,.\, \frac{36 \,.\, 30}{(8{\cdot}73)^2 \,.\, 40} = 1984 \text{ Kilogramm.}$$

Da das Gewicht von 1 Kubikmeter Gusseisen annähernd

$$= 7200 \text{ Kilogramm,}$$

so ist der Kubikinhalt des Ringes

$$1984 : 7200 = 0{\cdot}273 \text{ Kubikmeter,}$$

folglich sein Querschnitt

$$0{\cdot}273 : 3{\cdot}14 \,.\, 4 = 0{\cdot}0218 \text{ Quadratmeter}$$

und die Raddicke (bei 0·18 Meter Breite)

$$0{\cdot}0218 : 0{\cdot}18 = 0{\cdot}121 \text{ Meter.}$$

Würde man diesem Schwungrade dagegen bei gleicher Anzahl von Umgängen 4·5 statt 4 Meter mittleren Durchmesser geben, so könnte dasselbe im Verhältniss $4 \,.\, 4 : 4{\cdot}5 \,.\, 4{\cdot}5$ leichter sein; dessen Gewicht wäre also nur

$$1984 \,.\, \frac{16}{20{\cdot}25} = 1567 \text{ Kilogramm.}$$

Digitized by Google

Es sei:

n die Anzahl der Umgänge der Kurbel per Minute,

A die Anzahl der Pferdekräfte des Motors, und

c der Grad der Gleichförmigkeit der Bewegung, welcher für elektrische Beleuchtung 40 bis 50 sein soll, so ist $75\,A$ die Arbeit der Kraftmaschine per Secunde in Meter-Kilogrammen und $60 \times 75 \frac{A}{n}$ die Arbeit der Maschine bei jeder Umdrehung. Die im Schwungrad angesammelte Arbeit ist im Mittel $= 0{\cdot}051\ PV^2$, wobei P das Gewicht in Kilogramm und V die Umfangsgeschwindigkeit per Secunde in Metern bezeichnet. Dieser Werth ist proportional der Arbeit $60 \,.\, 75 \frac{A}{n}$ und der Grösse c, also dem Producte $60 \,.\, 75 \frac{A\,c}{n}$. Man kann daher setzen:

$$0{\cdot}051\,P\,V^2 = 75 \,.\, 60 \frac{A\,c}{n} K,$$

worin K einen Coëfficienten bezeichnet, der von der Wirkungsweise der Kraft und des Widerstandes abhängt. Nach Morin ist zu nehmen:

a) Für Dampfmaschinen ohne Expansion, wenn die Schubstange die Kurbellänge übertrifft,

6mal . . . $P\,V^2 = 5230 \frac{c\,A}{n}$

5mal . . . $P\,V^2 = 5530 \frac{c\,A}{n}$ } mit Balancier

4mal . . . $P\,V^2 = 5830 \frac{c\,A}{n}$

5mal . . . $P\,V^2 = 5600 \frac{c\,A}{n}$ ohne Balancier.

Digitized by Google

b) Für Dampfmaschinen mit Expansion, wenn die Schubstange fünfmal länger als die Kurbel und die Absperrung erfolgt:

	ohne Condensation	mit Condensation
Nach $^1/_3$ des Hubes	$PV^2 = 8166\frac{cA}{2}$	$PV^2 = 7200\frac{cA}{n}$
„ $^1/_4$ „ „	$PV^2 = 9290\frac{cA}{n}$	$PV^2 = 7620\frac{cA}{n}$

Die Equilibrirung oder „Ausbalancirung" der Scheiben geschieht auf folgende Weise: Es werden zwei Böcke hergerichtet, auf welchen je eine glatt polirte Metallschiene befestigt wird. Nachdem man sich davon überzeugt hat, dass beide Böcke bis auf das genaueste wagerecht sind, kann man mit der Prüfung beginnen. Die Scheibe wird an die Welle, welche sie treiben soll, aufgekeilt und hierauf wird die Welle mit der Scheibe auf die Schienen gesetzt, so dass sich die Scheibe zwischen den Böcken frei bewegen kann.

Ist die Scheibe nicht im Gleichgewichte, so wird die Welle entweder vor- oder rückwärts rollen. Ist sie aber im Gleichgewichte, wird die Welle ruhig auf den Schienen aufliegen, ohne sich zu bewegen. Durch einige Versuche findet man leicht die schwerere Seite der Scheibe und bezeichnet sie mit Kreide. Hierauf dreht man die Scheibe so, dass die leichtere Seite nach oben kommt und sucht den Punkt, an welchem das Ausgleichsgewicht angebracht werden soll.

Hat man diesen Punkt gefunden, bohrt man in den Scheibenkranz zwei beiläufig 5 Millimeter starke Löcher, welche konisch nach innen zulaufen und befestigt an der inneren Seite des Scheibenkranzes ein starkes Stück Bleiblech. Hierauf werden in die Löcher Kupfernieten ein-

Digitized by Google

geführt, welche das Blei festhalten sollen. Diese Nieten werden gut verhämmert, damit sie an der äusseren Seite des Scheibenkranzes keine Unebenheiten bilden. Man kann nun, nachdem das Ausgleichsgewicht festsitzt, mit der Equilibrirung beginnen. Ist das Blei zu schwer, nimmt man den Ueberschuss mit einem Meissel weg, so lange bis die Scheibe vollkommen ausbalancirt ist.

Hat man das Schwungrad rectificirt und die Scheiben ausbalancirt, kann man sich auch mit dem Regulator befassen. Während das Schwungrad die Ungleichförmigkeit der Bewegung möglichst beseitigen soll, hat der Regulator den Zweck, die gleiche Anzahl der Umdrehungen des Motors zu erhalten.

Eine Ungleichförmigkeit der Bewegung giebt sich im elektrischen Lichte durch ein gewisses Zucken, durch ein „Pulsiren" kund, dessen gleichförmige, mit jeder Umdrehung des Schwungrades erfolgende Wiederkehr äusserst störend wirkt und mit dem Zucken des Gaslichtes verglichen werden kann, wenn die Gasuhr nicht in Ordnung ist.

Eine Veränderlichkeit der Geschwindigkeit des Motors hat zur unmittelbaren Folge, dass die Spannung des Stromes in der Dynamo bald steigt, bald wieder fällt, so dass die Lampen einmal heller, einmal wieder dunkler brennen. Eine solche Veränderlichkeit ist aber sowohl für die Lampen als auch für die Dynamo äusserst schädlich und muss um jeden Preis vermieden werden.

Diese Veränderlichkeit bei einem Motor hat statt, wenn er nicht zu jeder Zeit die gleiche Summe von Arbeit zu verrichten hat, wie z. B. in einer Fabrik, in welcher bald Maschinen an den Motor angekoppelt, bald wieder ausgelöst werden. Aendert sich nun demzufolge

Digitized by Google

der Widerstand, welchen die Dampfmaschine zu überwinden hat, so muss sich auch sofort der mittlere Dampfdruck im Cylinder proportional damit ändern, und die Geschwindigkeit entweder zu- oder abnehmen.

Die Regulirung einer Dampfmaschine hängt von ihrer Construction ab. Entweder wird die Spannung des Eintrittsdampfes mittelst der Drosselklappe verändert oder man regulirt dadurch, dass man den Dampf früher oder später absperrt. In diesem Falle bleibt die Spannung des Eintrittsdampfes gleich, dagegen ändert sich die Füllung im Cylinder. Das letztere Princip ist das richtigere. Hat man daher für eine Dynamomaschine einen speciellen Motor aufzustellen und will man sich nicht für eine Rotationsmaschine entscheiden, so wähle man eine solche Construction, bei welcher der Regulator direct auf die Steuerung und nicht auf die Drosselklappe wirkt.

Als empfindliche Regulatoren sind alle diejenigen zu empfehlen, welche sich auf das System Porter's stützen. Der Elektrotechniker hat darauf zu sehen, dass der Regulator rasch wirke. Man hat daher sowohl bei Watt'schen als Porter'schen Regulatoren das Gewicht der Schwungkugeln zu verificiren und selbe so schwer als möglich zu machen.

Schiebermaschinen, bei denen der Regulator den Dampf drosselt, können in Maschinen mit Präcisionssteuerung umgewandelt werden durch die Pröll'sche Steuerung. Der Apparat enthält Alles in sich, was zur selbstthätigen Einwirkung des Regulators auf die Expansion und zur Herbeiführung einer exacten Dampfvertheilung im Cylinder gehört. Es bedarf daher nur der Befestigung des Apparates am Schieberkasten, dessen Ausfüllung durch ein passend geformtes Füllstück, der Zu-

Digitized by Google

leitung des Riemens von der Schwungradwelle und der Verbindung des Steuerhebels im Apparat mit der Stange eines passend aufgekeilten Excenters durch geeignetes Hebelwerk, um die Umwandlung vorzunehmen. Der Vertheilungsschieber regelt in diesem Falle nur den gesetzmässigen Eintritt des Dampfes in den Cylinder, sowie den Austritt aus demselben, während das Ventil des Apparates dem Cylinder eine bestimmte Füllung giebt.

Hat man für eine elektrische Beleuchtungsanlage einen speciellen Motor aufzustellen, so wähle man vor Allem keine eincylindrigen Maschinen. Das Uebersetzungsverhältniss vom Motor auf die Dynamomaschine soll möglichst gering sein und darum sollen auch Motoren mit grosser Umdrehungsgeschwindigkeit genommen werden. Da solche Motoren aber auch heute noch in Fachkreisen lebhafter Opposition begegnen und als gefährlich und irrationell bezeichnet werden, so wähle man wenigstens eine Zweicylinder-Maschine mit doppeltem Schwungrade. Für grössere Anlagen sind Zwillingsmaschinen mit Seilantrieb sehr anzuempfehlen.

In neuerer Zeit wird die directe Kuppelung der Dynamo an den Motor sehr empfohlen, weil dadurch erstens an Kraft erspart wird, welche in den Transmissionen verloren geht, und weil zweitens bei directem Antrieb die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass das Schlappwerden oder gänzliche Abfallen der Uebersetzungsriemen Störungen im Betriebe der Anlage hervorrufen könne. Wir unserentheils sind nicht für eine directe Kuppelung. Bei einer Zweicylinder-Maschine lässt sich der Betrieb trotzdem fortsetzen, wenn auch an einem der Cylinder ein Unfall vorkommen sollte. Bei den direct wirkenden Motoren hat ein Unfall die gänzliche Störung

Digitized by Google

der ganzen Anlage zur unmittelbaren Folge. Die Unfälle mit den Riemen lassen sich durch Sorgfalt leicht verhüten; nichts aber kann geschehen, um einem Unfall am directen Motor vorzubeugen und seine Folgen leicht zu beheben.

Das erste Beispiel zu einer directen Verbindung der Dynamomaschine mit dem Motor hat Edison mit seiner grossen „steam-dynamo" gegeben, welche 1880 auf der Elektricitäts-Ausstellung in Paris erschien. Edison dachte, eine innige Verbindung zwischen dem Motor und der Welle des Stromsammlers sei unstatthaft, weil dieselbe erfordern würde, dass eine ganze Serie von Lagern ganz genau in einer und derselben Linie liege und eines wie das andere mathematisch genau gleichförmig ausgebohrt werden müsste. Es wurde daher an der (im Ganzen 61.000 Pfund) wiegenden „steam-dynamo" eine selbstthätige Kuppelung angebracht, welche bedeutende Unterschiede in der Richtung und Bohrung der Lager gestattet, ohne dass dieselben durch eine abnormale Friction zu leiden hätten. Das Princip dieser Kuppelung ist in weiteren Kreisen als „Oldham coupling" bekannt.

Der von Edison gewählte Motor war jener von Porter-Allen (Fig. 1), welcher 350 Umdrehungen in der Minute machte und mit einer Dampfpression von 120 Pfund arbeitete. Diese Geschwindigkeit einer Maschine mit linearer Bewegung konnte nicht mehr überholt werden, dieselbe überschreitet in der Regel nicht 2·50 Meter per Secunde. Da aber Dynamomaschinen, welche mit 250 bis 350 Umdrehungen Ströme von 70 bis 150 Volts Spannung liefern sollten, ungeheuer gross gebaut werden müssten, hat man sich nach einem anderen Auskunftsmittel umgesehen. Dasselbe besteht darin, die Dynamo-

Digitized by Google

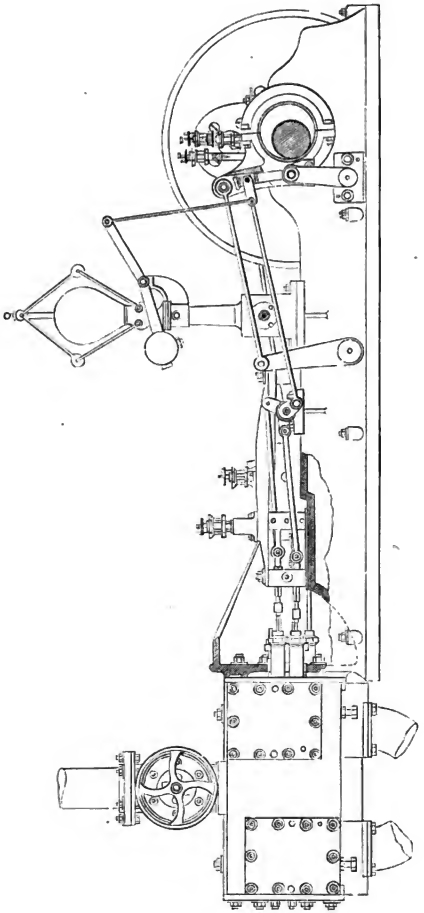
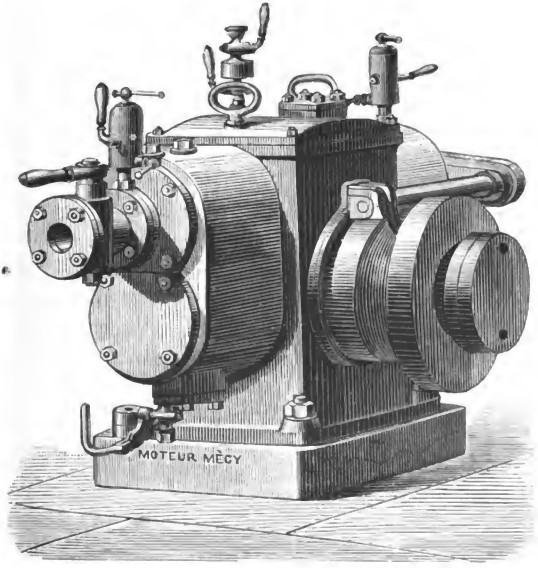


Fig. 1.

Digitized by Google

maschine so klein als möglich zu machen, hingegen aber den Motor (den Anforderungen einer kleinen Dynamo gemäss) so rasch als möglich laufen zu lassen.

Fig. 2.



Es würde über den Rahmen dieses Buches hinausgehen, in eine Beschreibung des den rotirenden Dampfmaschinen zu Grunde liegenden Principes einzugehen. Hier folge nur die Angabe der Dimensionen und Preise der für die elektrische Beleuchtung am häufigsten in Anwendung kommenden Systeme.

Da ist vor Allem der Motor Mégy (Fig. 2).

Digitized by Google

Piston — Diameter in Millimeter	80	120	120	180	180	250	250	300
Piston — Hub in Millimeter	60	80	90	120	140	170	200	200
Anzahl der Umdrehungen per Minute	1500	1100	1000	750	640	530	450	400
Maximum der Umdrehungen	2000	1500	1350	1000	850	700	600	600
Pferdekräfte bei mittlerer Geschwindigkeit — Pression 2 Kgr.	1·8	4·0	4·0	9·0	9·0	17·5	17·5	25·00
Pferdekräfte bei mittlerer Geschwindigkeit — „ 5 „	4·55	10·3	10·3	23·0	23·0	17·5	17·5	25·00
Pferdekräfte bei mittlerer Geschwindigkeit — „ 5 „	4·55	10·3	10·3	14·6	14·6	28·0	28·0	40·7
Dimensionen — Länge	0·600m	0·880m	0·880m	1·200m	1·200m	1·700m	1·700m	1·700m
Dimensionen — Breite	0·450m	0·650m	0·650m	0·840m	0·840m	1·070m	1·070m	1·070m
Dimensionen — Höhe	0·400m	0·600m	0·600m	0·840m	0·840m	1·150m	1·150m	1·150m
Dampfeinströmung: Durchmesser in Millim.	25	40	40	56	56	80	80	80
Ausströmung	35	45	45	60	60	90	90	90
Gewicht in Kilogramm	200	413	413	1030	1030	1800	2000	1200
Preis in Paris in Francs	3000	4000	4200	5000	5200	9000	9·500m	11000

Digitized by Google

Dimensionen und Preise der Brotherhood-Dreicylinder-Maschinen (Fig. 3) sind folgende:

Piston	Diameter in Millimeter	60	75	100	130	150	180
	Hub in Millimeter	60	70	75	90	100	115
Umdrehungen in der Minute		1300	1100	1000	850	700	550
Maximum der Umdrehungen		1700	1400	1200	1000	850	700
Pferdekräfte	Pression 5 Kilogramm	2·5	3·9	7·0	11·8	14·3	18·7
	„ 2 „	1·4	2·5	3·7	6·3	7·7	10·0
Dimensionen	Länge	0·400m	0·750m	0·850m	1·000m	1·100m	1·200m
	Breite	0·400m	0·500m	0·600m	0·750m	0·900m	1·050m
	Höhe	0·450m	0·850m	1·000m	1·000m	1·200m	1·300m
Dampfeinströmung: Durchmesser in Millimeter		20	30	38	45	50	55
Dampfausströmung		20	40	45	60	70	75
Gewicht in Kilogramm		70	95	135	350	470	650
Preis in Paris in Francs		1750	2250	3000	3500	4500	5000

Digitized by Google

J. Krämer beschreibt in Band XVII der „Elektro-

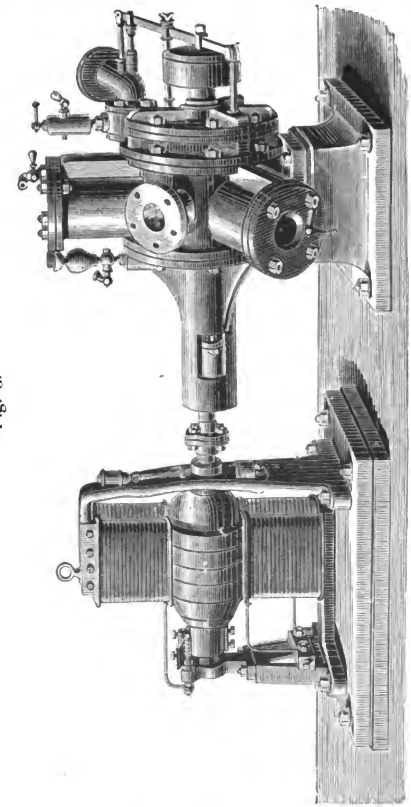


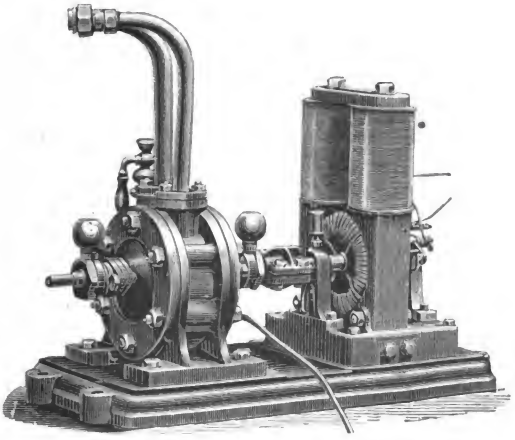
Fig. 3. Brotherhood's Motor.

technischen Bibliothek" einen Motor, an dessen Entstehung und Construction er theilzunehmen Gelegenheit hatte

Digitized by Google

Dieser Motor (Fig. 4) besteht aus einem Gehäuse, d. i. einem ringförmigen Körper mit zwei Deckeln, durch welch letztere die rotirende Axe in Stopfbüchsen läuft. Im Innern dieses Cylinders befinden sich nur zwei rotirende Theile, von denen wieder nur einer der eventuellen Abnützung ausgesetzt ist. Das Gehäuse hat oben zwei Oeff-

Fig. 4.



nungen, an welche das Ein- und Ausströmungsrohr des Dampfes angebracht ist. Dieser Motor macht bei directer Kuppelung seiner Axe mit jener der Dynamomaschine 1200 Touren in der Minute.

* * *

Gasmotoren. Die Motoren, welche statt mit Dampf mit Leuchtgas getrieben werden, spielen eine wichtige Rolle in der Frage der elektrischen Beleuchtung. Ueber-

Digitized by Google

all dort, wo es unmöglich ist, Dampfkessel und Feuerungsanlagen aufzustellen, z. B. in Wohnhäusern, in belebten Strassen, in Kellern u. s. w., werden die Gasmotoren jederzeit mit Erfolg angewendet werden können.

Trotz des Vortheiles in Städten z. B., die treibende Kraft, das Leuchtgas, stets zur Hand zu haben und alles lästigen Rauches, Dampfes und jeder Gefahr enthoben zu sein, muss sich der Laie keineswegs vorstellen, ein Gasmotor koste viel weniger als ein Dampfmotor und benöthigte gar keiner Wartung. Der Gasmotor ist ebenso heiklich wie irgend ein Motor mit komplicirter Steuerung und Vertheilung und hat ausserdem noch den Nachtheil, dass er allen Velleitäten unterworfen ist, welchen die Gasleitungen in Städten so häufig ausgesetzt sind. Das Sinken der Pression des Gases, das Einfrieren des Gasometers und alle die anderen Misèren des Gasregimes existiren auch für den Gasmotor und machen seine Functionirung manchmal ganz unmöglich.

Was die Wartung des Motors anlangt, so ist sie viel gewissenhafter und scrupulöser auszuführen, als bei einer Dampfmaschine. Die Pression des Gases in der Zuleitung wechselt beständig und diese Veränderlichkeit kann leicht ein Verlöschen der Entzündungsflamme, ein Versagen der Explosion u. s. w. herbeiführen. Man wird immerhin gut thun, den Fabrikanten der Gasmotore nicht Alles auf's Wort zu glauben, was sie über die Unfehlbarkeit ihres Systems erzählen, und soll man sich die Sache nicht leichter vorstellen, als sie ist.

Wir haben hier nicht nöthig, auf das den Gasmotoren zu Grunde liegende Princip einzugehen, sondern können hier gleich auf die Beschreibung eines der häufigsten Typen, des Otto'schen Motors, übergehen.

Digitized by Google

Der Eintritt und die Entzündung der treibenden Mischung von Luft und Gas geschieht (Fig. 5 und 6)

Fig. 5.

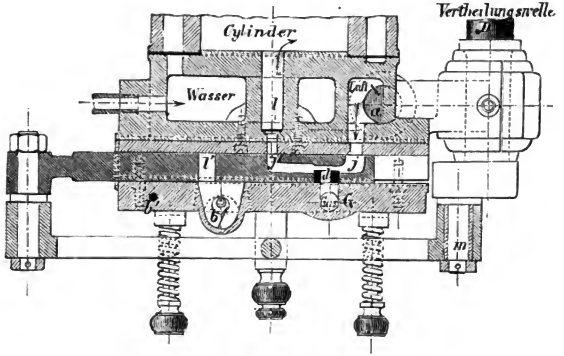
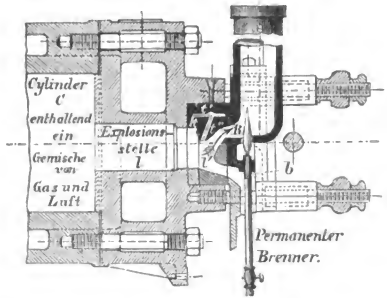


Fig. 6.



an den Cylindern durch die Oeffnung *Z* vermittelst eines Schiebers, getrieben durch eine Vertheilungswelle *D*, welche zweimal weniger Umdrehungen macht, als die

Digitized by Google

Axe des Motors. Der Austritt der durch die Explosion geschaffenen Producte hat durch ein Ventil statt, welches von der Vertheilungswelle durch ein Gelenk bethätigt wird. Ein anderes Gelenk, ebenfalls an der Vertheilungswelle angebracht, aber veränderlich je nach Wirkung des Regulators, bethätigt das Eintrittsventil *G* des Gases am Vertheilungsschieber.

Während seiner ersten Voreilung, saugt das Piston das Gemische von Gas und Luft in die Compressionskammer *C* und in den Cylinder durch die Oeffnung *l*. Die Luft kommt durch das Rohr *a* und durch die Mündung *d* an, vermischt sich mit dem bei *g* eingetretenen Gase und das Ganze gelangt durch die Ausmündung *j* und durch *l* in den Cylinder. Die Eintrittsperiode correspondirt beinahe ganz mit der Umdrehung von 90 Grad, welche die Kurbel *m* des Schiebers von einem todten Punkte beschreibt, um von der Stellung 1 in 2 zu gelangen.

Beim Zurückgehen des Kolbens beschreibt die Kurbel des Schiebers den Bogen 2 bis 3; die Ausmündung oder der Canal Z ebenso wie das Abzugsventil bleiben geschlossen, so dass der Kolben das früher in die Compressionskammer *C* eingetretene Gasgemische comprimirt.

Die Kurbel des Schiebers beschreibt hierauf den Bogen 3 bis 4, welcher dem Hube des Kolbens gleich kommt, und hernach den Bogen 4 bis 1, welcher die Rückeilung des Kolbens bedeutet.

Die Entzündung findet statt durch die Brenner *b* und *b'*, der eine *b* brennt an offener Luft ohne auszulöschen; der zweite *b'* führt dem Schieber Gas zu, welches sich zuerst entzündet und dann in feurigem Zustande dem im Cylinder befindlichen Gasgemische zugeführt wird,

Digitized by Google

nachdem es auf dieselbe Spannung gebracht wurde als dieses Gemische.

Die Entzündung hat statt, während die Kurbel des Schiebers den Bogen 2 bis 3 beschreibt, und zwar auf folgende Art:

Der Brenner b' führt durch den Weg b', R', t', t'' eine Gasmenge der Entzündungsöffnung l' zu, welche sich in diesem Moment isolirt vom Cylinder befindet. Der Schieber nach rechts gehend, bringt l' vor den permanenten Brenner b, welcher das Gas entzündet.

Der Schieber, dessen Kurbel sich der Stellung d nähert, geht weiter nach rechts vor. Die „Equilibrirungsöffnung" t', welche sich ein wenig vorgeschoben an der rechten Seite von l' befindet, vertheilt einen Theil des im Cylinder befindlichen comprimirten Gasgemisches nach l', welches von jeder anderen Seite abgeschlossen ist und, wie schon gesagt, mit entzündetem Gase gefüllt ist. Diese Vertheilung des Gemisches im Cylinder nach l' hat den Zweck, die im letzteren Canal befindliche Flamme zu verstärken und deren Spannung auf jene des Gemisches im Cylinder zu bringen.

Dieser Umstand ist eingetreten, wenn der Kolben seinen treibenden Hub beginnt. Der Canal l' tritt mit dem Cylinder durch l in Communication und seine Flamme bewirkt die Explosion des Gasgemisches.

Zum Gasmotor gehören noch die Schmiergefässe, die elastischen Beutel, welche zwischen dem Gasmesser und dem Motor eingeschaltet werden, die Saug- und Ausblasetöpfe, welche einen geräuschlosen Gang des Motors herbeiführen sollen u. s. w.

Die Gasmotoren werden am besten auf behauenen Steinen aufgestellt. Hinter dem Cylinder muss genügend

Digitized by Google

Raum für den Maschinisten gelassen werden, damit derselbe dem Schieber und den Schmiergefässen leicht beikommen könne. Ebenso muss in der Nähe des Schwungrades Raum gelassen werden, damit selbes leicht in Bewegung gesetzt werden könne.

Die Gaszuführung geschieht durch die Rohre. Das eine führt das Gas mit Luft gemischt in den Cylinder, das zweite ist am Deckel befestigt und führt dem Schieber das Gas zu, welches zur Flamme nothwendig ist, welche die Explosion herbeiführen soll. Das dritte Rohr ist ebenfalls am Deckel befestigt. Vor demselben befindet sich der permanente Brenner, welcher das Gas entzündet, das in den Schieberkasten geht.

Wenn das Gasrohr, von welchem das Gas für den Motor abgezweigt werden soll, sich nicht mehr als 30 Meter vom Motor entfernt befindet, kann man für das Zuleitungsrohr folgende Dimensionen annehmen:

Rohr	von	0·040	M.	innerem	Durchm.	für 4	Pferdekräfte
„	„	0·050	„	„	„	6—8	„
„	„	0·060	„	„	„	10—12	„
„	„	0·080	„	„	„	16—20	„
„	„	0·090	„	„	„	25—40	„
„	„	0·100	„	„	„	50	„

Die Beutel müssen so nahe als möglich zum Einlasshahn des Motors befindlich sein. Der Beutel bildet ein Reservoir mit elastischen Wänden, welches fortwährend genügend mit Gas versehen sein muss, um zu verhindern, dass das Saugen des Kolbens eine Leere in der Zuleitung herbeiführe.

Der permanente Brenner soll nicht zucken, sondern muss regelmässig brennen. Der Gasstrahl, welcher in die Schieberkammer geht, muss sich rasch entzünden.

Digitized by Google

Für den Motor soll auch ein besonderer Gasmesser angeschafft werden. Derselbe muss eine Stärke haben von

30	Brennern	für	4	Pferdekräfte
60	„	„	6	„
60	„	„	8	„
80	„	„	10	„
100	„	„	12	„
150	„	„	16	„
150	„	„	20—25	„
250	„	„	40	„
300	„	„	50	„

Die Pression des Gases soll nie unter 10 Procent hinuntergehen; sie soll vielmehr auf 20 Millimeter geregelt werden.

Die gasähnlichen Producte der Explosion werden aus dem Cylinder in ein Ausblase-Reservoir geleitet, von wo aus sie durch ein Rohr in's Freie geleitet werden. In dasselbe wird auch das Condensationswasser geleitet. Ein zweites Reservoir dient dazu, um den durch die Luftaufsaugung verursachten Lärm abzudämpfen.

Fig. 7 zeigt das Ensemble eines zweicylindrigen Gasmotors.

Um eine Erhitzung des Cylinders zu vermeiden, ist derselbe mit einer doppelten Hülle versehen, in welcher ein kalter Wasserstrom circulirt.

Die Wasser-Reservoire müssen fassen:

Für 4	Pferdekräfte	1500	bis 1600	Liter
„ 6	„	2500	„ 2800	„
„ 8	„	3000	„ 3500	„

Für grössere Motoren kann man keine Reservoire mit natürlicher Circulation anwenden, sondern muss sich nach Wasser unter Pression umsehen.

Digitized by Google

Wenn sich in der Entzündung der Brenner Unregelmässigkeiten zeigen, kommt dies gewöhnlich davon, dass der Gaseinlasshahn nicht genügend geöffnet ist, oder dass

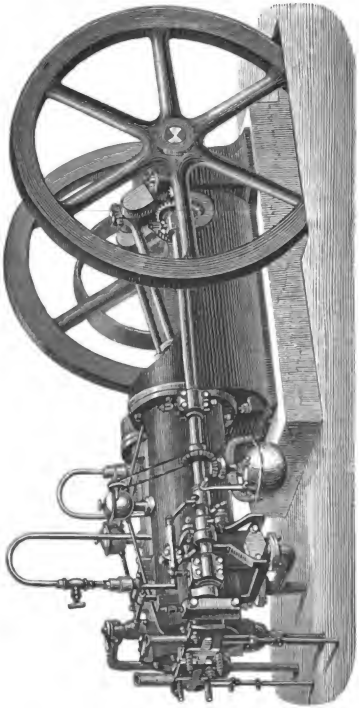


Fig. 7.

die Flamme im Schieber zu gross oder zu klein ist. Detonationen in den Reservoiren oder in den Ableitungsröhren zeigen an, dass das Ablassventil nicht gut schliesst.

Digitized by Google

Es giebt auch Gasmotoren, bei welchen die Entzündung des Explosionsgemisches durch den Funken eines elektrischen Inductions-Apparates hervorgerufen wird. Diese Motoren bieten grössere Ersparniss an Gas und sind nicht so sehr der Möglichkeit einer Betriebsunterbrechung ausgesetzt, wie die Motoren mit Gasbrenner, der sehr leicht verlöschen kann.

* * *

Hydraulische Motoren. Dieselben unterscheiden sich in Wasserräder und Turbinen. Bei den Wasserrädern wirkt das Wasser durch Stoss und Druck in Schaufel- oder Zellenräumen und fliesst wieder aus diesen Räumen in der nämlichen Richtung ab, in welcher es eingetreten. Bei den Turbinen dagegen geht das Wasser durch Canäle hindurch, ohne darin wieder umzukehren.

Bei den Turbinen von Jonval und Girard geht das Wasser in verticaler, bei jenen von Segner, Poncelet und Fourneyrou in horizontaler Richtung durch die Radcanäle.

Die Regulirung der Turbinen geschieht gewöhnlich durch eine Drosselklappe oder „Schütze" im Abzugsrohr. Bei dieser Regulirungsweise nimmt die Leistung des Rades mit der dritten Potenz der Wassermenge ab, denn fliesst z. B. nur die halbe Wassermenge auf die Turbine, so wird, da die Canäle des Leit- und Kaufrades alle offen bleiben, die Schütze so gestellt werden müssen, dass das Wasser nur mit der halben Geschwindigkeit durch diese Canäle fliesst. Dieses Mittel ist aber für erhebliche Schwankungen im Wasserzuflusse nicht anzuwenden.

Ferner geschieht die Regulirung der Turbinen durch Klappen, Deckel oder Schieber, durch welche eine ent-

Digitized by Google

sprechende Anzahl Oeffnungen des Leitrades durch mechanische Vorrichtung geschlossen werden kann; ferner durch: 1. Einsatzstücke, welche in die Canäle des Leit- und Turbinenrades gelegt und an den inneren Radkränzen festgeschraubt werden; 2. durch einen cylindrischen Ring in den Leit- und Radcanälen, concentrisch zum Turbinenmantel, wodurch die Canäle in innere und äussere Räume nach einem bestimmten Verhältniss abgetheilt werden. Man lässt das Wasser entweder nur durch die innere oder nur durch die äussere, oder durch beide Abtheilungen treten, je nach dem Wasserzufluss, und verbindet damit die Deckel oder Drosselklappe.

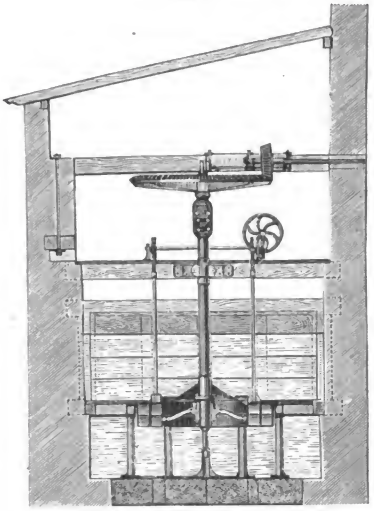
Bernoulli macht über die hydraulischen Motoren folgende Bemerkung: Die Wasserräder drehen sich langsam und werden daher schwer. Sie nehmen für grosse Wassermengen und hohe Gefälle viel Raum ein. Sie geben bei kleinen Gefällen einen niedrigen Wirkungsgrad, dagegen für grössere einen sehr günstigen. Die Wasserräder haben die gute Eigenschaft, dass ihr Wirkungsgrad entweder gar nicht oder nur langsam abnimmt bei kleiner werdendem Wasserzufluss.

Die Turbinen drehen sich im Allgemeinen schnell; sie erhalten daher leichte Transmissionen und können sogar an die Dynamo direct angekoppelt werden. Verfasser hat in den französischen Alpen eine solche Installation gemacht, und zwar mit einer Dynamo, die eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 1400 Touren pro Minute erforderte. Die in Anwendung gekommene Turbine war eine System Girard; sie war für fünf Pferdekräfte gebaut und erforderte 80 Quadratcentimeter Raum. Sie wurde auf sehr einfache Weise durch eine Drosselklappe regulirt.

Digitized by Google

Die Nutzleistung der Turbinen ist für alle Gefälle nahezu gleich gut, dagegen nimmt ihr Wirkungsgrad mit der Wassermenge ab, so dass für einen geregelten Betrieb auf sie kein rechter Verlass ist. Daher sind Wasserräder für Gefälle von 4 bis 10 Meter und für häufig wechseln-

Fig. 8.



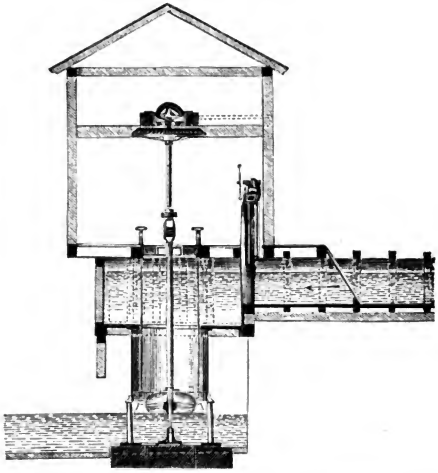
den Wasserzufluss (Fallen und Steigen der Flüsse u. s. w.) den Turbinen vorzuziehen, trotzdem es schwer ist, den langsamen Gang der Räder in die Dynamogeschwindigkeit umzusetzen und die ruckweise Bewegung derselben in eine gleichförmige, equilibrirte umzuwandeln.

Wird aber doch, was zumeist geschieht, eine Turbine angewendet, so bemerke man, dass die Girard-Turbinen

Digitized by Google

bei den veränderlichsten Aufschlagwassermengen einen fast constanten Wirkungsgrad behalten. Bei kleinen Gefällen, stets genügender oder unveränderlicher Wassermenge und bei öfters vorkommenden Anstauungen des Unterwassers werden Jonval-Turbinen sich eignen; ebenso bieten selbe, mit Saugrohr angelegt, für mittlere Gefälls-

Fig. 9.



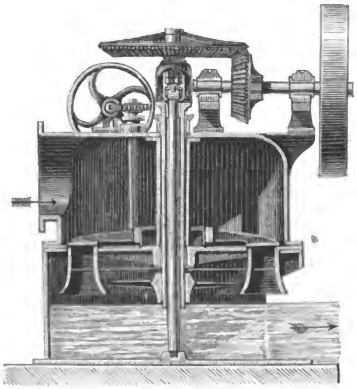
höhen und gleichmässigem Wasser praktische Vortheile. Bei grosser Wassermenge, für welche mehrere Doppelkranzturbinen angewendet werden können, hat die Jonval-Turbine ebenfalls ihre Berechtigung, weil dann die nachtheilige theilweise Beaufschlagung des Kranzes aufgehoben werden kann, indem man Kranz für Kranz abschliesst.

Digitized by Google

Fig. 8 zeigt eine Jonval-Turbine von 40 Pferdekräften. Fig. 9 eine Girard-Turbine von 27 Pferdekräften. Fig. 10 zeigt eine verlegbare Turbine, die sehr leicht aufgestellt werden kann.

Was den Kostenpreis der Turbinen anlangt, können wir, wenn ein Fall von 1·50 Meter durchschnittlicher Höhe und eine Geschwindigkeit von 50 Umdrehungen

Fig. 10.



in der Minute an der Vorgelegewelle angenommen wird, ungefähr Folgendes annehmen:

Eine Turbine 25 Pferdekr. kostet 6150 Fr., Transm. 2500 Fr.

„	„	50	„	„	9500	„	„	3500 „
„	„	100	„	„	15000	„	„	5000 „
„	„	200	„	„	22000	„	„	7000 „

Wenn diese Turbinen unter einem Gefälle von 3 bis 4 Meter arbeiten würden, so könnte sich ihr Preis um ein Drittel vermindern.

Digitized by Google

Eiserne Wasserräder mit Stahlwelle können ungefähr kosten:

Ein Rad	25 Pf.,	1·5 M.	Gefälle	6500 Fr.	Transm. 3500 Fr.
„ „	50 „	1·5 „	„	10000 „	„ 5000 „
„ „	100 „	1·5 „	„	20000 „	„ 7000 „

In beiden Fällen kosten die Installationsarbeiten, als: Mauerwerk, Zimmerwerk, Schleusen, Canäle u. s. w., denselben Preis wie der Motor selbst.

Um einen summarischen Kostenvoranschlag herzustellen, kann man annehmen, dass der Preis einer Turbine unter 25 Pferdekräften beiläufig 250 Francs pro Pferdekraft ist; von 25 bis 50 Pferdekräften ungefähr 200 Francs pro Pferdekraft, und von 50 bis 100 Pferdekräften ungefähr 150 Francs.

Für die Räder muss man 200 Francs pro 25 Pferdekräfte, für geringere Stärken 250 Francs für 25 Pferdekräfte und 200 Francs für höhere Stärken rechnen.

Nebenstehende Tabelle giebt den annähernden Preis der Turbinen und Räder pro Pferdekraft.

Man hat schon viel daran gedacht, die Ebbe und die Fluth des Meeres als treibende Kraft zu benützen. Es müssten hierzu grosse Reservoirs oder Teiche geschaffen werden, welche sich bei Fluthzeit mit Wasser füllen, welches hernach bei der Ebbe wieder abläuft. Dieses Ablaufwasser kann canalisirt werden, und da es immerhin ein bedeutendes Gefälle hat, kann es Wasserräder oder Turbinen treiben. Solche Installationen sind schon seit längeren Jahren an den Meeresküsten Frankreichs im Gange und geben befriedigende Resultate. Es fehlt ihnen jedoch die Regelmässigkeit, da die Fluth nicht immer gleiche Höhe hat und einmal Wassermangel, ein anderesmal wieder Wasserüberfluss eintreten kann.

Digitized by Google

	Höhe d. Falles in Meter	Pferdestärken											
		5	8	10	15	20	30	40	50	60	75	90	100
		Francs											
Turbinen mit Wasserkammern, complete od. halbe Vertheilung	1·50	2950	3550	4000	4950	5950	6950	7700	8600	9900	11550	13750	15650
	2·00	2550	3050	3450	4200	5300	6200	6950	7700	8950	10450	12100	13750
	2·50	2350	2750	3100	3750	4400	5300	6400	7150	8050	9600	11000	12100
	3·00	2000	2450	2750	3200	3850	4750	5750	6600	7500	8800	10150	11000
	3·50	1800	2100	2450	2900	3550	4400	5200	5950	6850	8050	9350	10150
	4·00	1600	1900	2200	2650	3300	4000	4650	5300	5950	7150	8400	9350
Mantel - Turbinen mit completer oder halber Vertheilung	3·00	3000	3550	4200	4950	5850	6600	7300	8050	8800	9900	11250	12650
	4·00	2550	3100	3550	4200	4950	5750	6600	7300	7950	8800	9700	10450
	5·00	2100	2550	2900	3550	4100	4950	5950	6600	7150	7700	8250	8800
	7·50	1800	2000	2200	2900	3450	4200	4950	5500	5950	6400	7050	7700
	10·00	1550	1800	2000	2550	3000	3550	4100	4650	5100	5500	6050	6600
	12·50	—	1650	1900	2200	2650	3100	3550	4100	4500	5100	5650	6200
	15·00	—	—	1800	2100	2450	2900	3200	3550	4000	4550	5100	5500
Turbinen m. theilweiser Injection, verticale oder horizontale Axe	5·00	2000	2450	2750	3200	3850	4650	5300	5950	6600	7150	7700	8400
	8·00	1800	2200	2450	2900	3300	4000	4650	5500	6050	6600	7150	7700
	12·00	1550	1900	2200	2550	3000	3550	4200	4850	5500	6200	6850	7300
	15·00	1350	1650	1900	2350	2650	3100	3650	4200	4850	5500	6200	6600
	20·00	—	1450	1650	2000	2350	2750	3300	3850	4400	4950	5750	6200
	30·00	—	—	1450	1800	2050	2450	3000	3450	4000	4650	5300	5750
	50·00	—	—	—	1550	1900	2200	2550	3100	3650	4300	4950	5300
	75·00	—	—	—	—	1650	2000	2450	2750	3300	4000	4550	4950
	100·00	—	—	—	—	—	1900	2200	2650	3150	3650	4100	4550
	150·00	—	—	—	—	—	—	2000	2350	2650	3100	3550	4000

NB. Für die Wasserräder werden 10 Procent des Preises aufgeschlagen.

Digitized by Google

Die Treibriemen. Was für Gattung Riemen verlangt der Betrieb einer Dynamo? Das ist eine Frage, die bei einer Beleuchtungseinrichtung sehr häufig wiederkehrt. Es wäre schwer, sich an dieser Stelle für eine besondere Gattung auszusprechen, auch wäre dies von wenig Nutzen, da gerade in diesem Punkte die Meinungen ausserordentlich weit auseinandergehen. Auch wechselt die Gattung der Treibriemen mit den localen Verhältnissen. Baumwoll- und Kautschukriemen sind überall dort anzuwenden, wo der Einfluss der Feuchtigkeit zu fürchten ist, Lederriemen sind am besten in trockenen Räumen zu gebrauchen. In neuerer Zeit sucht man den Lederriemen auf alle mögliche Weise Concurrenz zu machen. Aber es wäre Thorheit, Alles zu glauben, was die Fabrikanten anderen Riemenmaterials über das Leder zu erzählen wissen.

Was wir in einer elektrischen Beleuchtungsanlage verlangen, das ist eine Riemennaht oder Verbindung, welche sich beim Gange der Dynamo keineswegs fühlen lässt. Am allerbesten ist es, bei einer Riemenfabrik einen endlosen Riemen ohne Naht und Verbindungsstück zu verlangen. In vorzüglicher Weise werden solche endlose Riemen in imprägnirter Baumwolle geliefert. Kautschukriemen lassen sich ebenfalls „endlos" herstellen, da sich dieselben aber schon nach zwei oder drei Stunden über Gebühr strecken und dehnen, muss man bei Bestellung des Riemens auf die Verlängerung desselben Bedacht haben und bei Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit mit selber rechnen. Es giebt auch endlose Riemen in Leder; aber sie sind ebenso wie jene in Kautschuk und Baumwolle dermassen theuer, dass sie sehr selten zur Anwendung kommen.

Digitized by Google

In der Praxis werden die Riemen einfach gestückelt. Die Auswahl des Materials richtet sich, wie schon gesagt, nach den localen Verhältnissen. Auf den guten Gang der Dynamo hat das Riemenmaterial wenig Einfluss. Gerade so gut wie es Lederriemen giebt, die Jahrzehnte anhalten, ebenso gut giebt es auch vorzügliche Waare in Kautschuk und Baumwolle. Von grosser Bedeutung für den Gang der Dynamo aber ist es, auf welche Weise die Riemenenden miteinander zu einem Ganzen verbunden werden.

Wir können hier nicht alle Methoden anführen, welche in der Praxis für die Stücklung der Riemen in Anwendung kommen; es giebt deren eben zu viele. Es fällt uns nicht ein, einer dieser Methoden vor der anderen den Vorzug geben zu wollen, wir verlangen blos, dass die Riemenenden so aneinandergefügt werden sollen dass auch nicht die geringste Unebenheit wahrzunehmen ist.

Wird der Riemen genäht, so muss dies in sehr sorgfältiger Weise geschehen. Man nehme zur Naht nur solche Lederstreifen, welche vollständig gerade geschnitten und in ihrer ganzen Länge gleichmässig dick sind. Die Nahtlöcher dürfen nicht zu gross sein; man wendet in neuerer Zeit statt kreisrunder Locheisen solche in Form eines **O** an, deren Breite mit jener des Streifens und deren Durchmesser mit der doppelten Dicke desselben correspondirt.

Am besten zu nähen sind Lederriemen. Die beiden Enden werden so geschnitten, dass sie spitz zulaufen und, übereinander gelegt, gerade die Riemendicke ausmachen. Um sie besser halten zu machen, können sie mit einer gewissen Composition geleimt werden, und werden dann

Digitized by Google

später übernäht. Sie blos zu leimen und sie dann ohne Naht zu lassen, geht nicht an.

Kautschuk- und Baumwollriemen werden mit ihren Enden aneinandergefügt. Ueber dieselben kommt ein Verbindungsstück zu liegen, das durch eine gute Naht mit den beiden Enden verbunden wird. Gewöhnlich zieht sich im Beginne des Betriebes die Naht aus; die zusammengefügten Enden trennen sich auseinander, werfen sich auf und verursachen durch ihre Unebenheit einen Schlag auf der Riemenscheibe, der sich im Glühlichte sofort wahrnehmen lässt.

Der Stromerzeuger wird durch die Unebenheiten des Riemens in eine gewisse Erschütterung versetzt, welche ihn aus seiner Rotationsaxe rückt. Wenn seine Axe durch diese Erschütterung auch nur einen Zehntel-Millimeter einem Pole der Dynamo näher gerückt wird, verändern sich hiermit auch die Bedingnisse der Stromerzeugung und lässt sich diese Veränderung im Zucken des erzeugten Lichtes constatiren.

Man muss viel Geduld mit den Riemen haben. Sie müssen sehr oft neu genäht werden und sollte hiefür ein gewisser Turnus eingeführt werden, um zu verhüten, dass die Naht während des Betriebes reisse. Was immer man aber auch thun möge: die Naht soll glatt und solid sein; die geringste Nachlässigkeit oder Ungewissenhaftigkeit rächt sich durch grosse Unannehmlichkeiten.

Die Leitungen.

Als in Europa die ersten Glühlichtanlagen gemacht wurden, nahm das grosse Publicum (und auch viele Elektrotechniker) die Sache sehr leicht. Es wurde Fabel-

Digitized by Google

haftes über das elektrische Licht erzählt und wenn man überhaupt von der Einrichtung als solcher sprach, konnte man das Gesagte in ein kurzes Recept zusammenfassen: „Man nimmt einen dünnen Draht, hängt die Lampen daran und die Geschichte ist fertig".

Als ein wenig Besonnenheit über diese Chauvinisten der Elektricität gekommen war, waren es wieder einige Theoretiker, welche die denkbar grösste Oekonomie bei elektrischen Einrichtungen predigten, und den theuren Kupferdraht auf alle mögliche Weise verdünnen und durch andere, minder theure Leiter ersetzen wollten. Es wurde weniger auf gute Isolation, genügenden Querschnitt, als vorzugsweise auf Billigkeit gesehen, und so kam es, dass viele elektrische Anlagen nicht nur ein bedauernswerthes Fiasco erlebten, sondern auch jene Reaction vorbereiteten, welche den überspannten Hoffnungen der elektrischen Ausstellungen von Paris, München, London und Wien naturgemäss nachfolgen musste.

Heute, nachdem wir eine vierjährige, kostspielige Erfahrung hinter uns haben, und nachdem wir anfangen, der elektrischen Beleuchtung jene kalte Ueberlegung und jenen Ernst entgegenzubringen, welche dieser delicaten und ausserordentlich schwierigen Beleuchtungsart gleich von allem Anfang an gebührt hätte, heute, sagen wir, bricht sich endlich die Ueberzeugung Bahn, dass die Oekonomie in keinem Falle, bei keiner Unternehmung so übel angebracht ist, wie bei der elektrischen Beleuchtung.

Allgemach verschwinden diese fahrlässig gemachten feuer- und lebensgefährlichen und allen Zufälligkeiten ausgesetzten Einrichtungen; es verschwindet der nackte, der schlecht isolirte Draht, der mit Nägeln auf's Gerathe-

Digitized by Google

wohl irgendwo festgeheftet wurde und macht besserem, wenn auch theurerem Material Platz.

Bei einer elektrischen Beleuchtungsanlage soll man niemals sparen. Man wähle ausschliesslich gutes Material und wenn auch der verwendete Elektricitätsleiter um einige Quadratmillimeter grösseren Querschnitt hat, als er zu haben brauchte, so lege man sich das nicht als eine Verschwendung aus, sondern bedenke, dass je grösseren Querschnitt ein Leiter hat, er desto mehr Garantien für die Dauerhaftigkeit und für die gute Function der Einrichtung biete.

Was das Material betrifft, aus welchem die Leitungen hergestellt werden sollen, hat man nicht viel Auswahl. Es sollen ausschliesslich nur gut isolirte Kupferdrähte genommen werden. Findet man Drähte, welche noch grössere Leitungsfähigkeit als Kupfer aufweisen, entscheide man sich für diese.

Was die Isolirung der Drähte anlangt, so muss selbe auf das gewissenhafteste hergestellt sein. Drähte, die einfach mit Wolle umsponnen sind, ohne ein anderes Isolationsmaterial aufzuweisen, sind vom Gebrauche auszuschliessen. Gute Isolirung eines Drahtes lässt sich ohne Gummi- oder Guttaperchaschicht kaum denken. Drähte mit gewächster Wolle oder mit einer Isolirschichte aus einem Metalloxyde können nur unter gewissen Bedingungen verwendet werden.

Als tadellose Isolirung kann folgende bezeichnet werden: Der Draht selbst ist verzinnt oder vernickelt, um den oxydirenden Einflüssen der Luft besser widerstehen zu können. Auf den Draht kommt ein dünnes Gummiband zu liegen, das mit einer Schicht Baumwollfäden festgehalten wird. Auf diese Schicht kommt Pergament,

Digitized by Google

welches einem zweiten Gummiband als Unterlage dient. Das Ganze wird von einem Baumwollgewebe eingehüllt, das mit einer wasserdichten Mischung getränkt worden war und schliesslich noch mit einer Guttaperchalösung übergangen wird.

Man wird einwenden, eine solche Isolirung sei wohl gefeit gegen Einflüsse der Feuchtigkeit, keineswegs aber gegen Feuersgefahr. Es ist wahr, dass die erwähnte Isolirung leicht brennbar ist, aber bei einer guten, gewissenhaft gemachten Anlage hat man mit Feuersgefahr absolut nicht zu rechnen. Bei einer nachlässig, mit den elementarsten Regeln einer guten Arbeit im Widerspruche stehenden Anlage kann es leider vorkommen, dass die Drähte sich erhitzen und glühend werden. Wenn aber dieser Fall einmal eingetreten ist, dann nützt weder Asbest noch anderes feuersicheres Material; der Draht wird und muss durchbrennen und wird seine Nachbarschaft gefährden. Solche Fälle kamen in der Jugend der elektrischen Beleuchtung genug vor, wenn sie aber heute, nachdem wir langjährige Erfahrungen hinter uns haben, dennoch vorkommen sollten, so beweist dies nur, dass die betreffende Anlage von einem Pfuscher gemacht wurde, dem das Handwerk polizeilich verboten werden sollte.

Ein Hauptgrundsatz für elektrische Leitungen ist, dass selbe gegen alle äusseren Einflüsse vollständig geschützt, jedoch sehr leicht zugänglich seien. Bei einem nicht geringen Theil der Installateure herrscht auch heute noch die Ansicht, dass man aus Schönheitsrücksichten den Draht so viel als möglich zu verbergen trachten sollte, und so finden wir denn die Leitungen sehr oft in Thürschwellen, in Fensterfüllungen, in Gesimsen, in

Digitized by Google

Rauchfängen, Dachstühlen, im Fussboden u. s. w. versteckt. Soll nun die Leitung revidirt werden, so hat man alle Mühe, dieselbe aufzufinden, und es ist nicht selten vorgekommen, dass der betreffende Installateur selbst nicht mehr recht wusste, wo er seine Leitungen verborgen hatte. Anderen wieder ist kein Plafond zu hoch, kein Gesparre zu steil, um die Leitungen dahin zu verlegen, damit, wie sie sagen, „Niemand daran kommen könne". Heisst es nun, an der Leitung rasch etwas nachzusehen, muss man früher wahre Gerüste aufbauen und Hals und Beine riskiren, um der Leitung beikommen zu können.

Eine elektrische Beleuchtungsanlage soll sein wie eine Maschine, die zu jeder Zeit in alle ihre Theile leicht zerlegt und ebenso leicht wieder zusammengesetzt werden kann. Darum sollen auch die Leiter nie vergraben, nie in Wänden eingemauert oder in Holzconstructionen verschalt werden. In dieser Beziehung sündigen besonders viel die Architekten, welche bei neuen Gebäuden die Drähte gerade so behandeln wollen wie ein Gasrohr. Es ist schon sehr häufig vorgekommen, dass man Leitungen, die schweres Geld kosteten und hinter kostbaren Tapeten oder in künstlerischen Plafonds verborgen wurden, dortselbst unbenützt lassen musste, weil sie sich als fehlerhaft erwiesen und man ihrer Herstellung wegen unmöglich die Wände wieder aufreissen konnte.

Es giebt Mittel und Wege genug, die Leiter so anzubringen, dass sie auf das Auge nicht störend wirken. Sie aber so verbergen zu wollen, als hätten sie gar kein Recht, da zu sein, als sollte das elektrische Licht vom Himmel herabfallen, ist eine Thorheit, die sich noch immer gerächt hat. Man gebe den Elektricitätsleitern,

Digitized by Google

was ihres Rechtes ist, man gewöhne sich daran, mit deren Dasein zu rechnen und man wird stets gut dabei fahren.

Für die Berechnung des Querschnittes der Leitungen ist es schwer, eine allgemein giltige Regel aufzustellen. Am besten ist es auch in dieser Hinsicht, sich auf die Ergebnisse der Praxis zu stützen und nicht allzu viel an dem Querschnitte herum zu calculiren. Für den Praktiker giebt es bei kleinen Installationen folgende Regeln:

Man wählt für die Leitungen bestimmte allgemein gebräuchliche Sorten von Drähten und bestimmt jede einzelne Sorte für einen gewissen Zweck. Man theilt die Leitungen ein in die *Hauptleitung*, welche von der Dynamomaschine ausgehend bis zur letzten Lampengruppe führt, und wählt für dieselbe Drähte Nr. 10 (Birminghamer Drahtlehre), deren Durchmesser ungefähr $^{34}/_{10}$ Millimeter ist. Für 50 Lampen ist z. B. ein Draht genügend, für 100 Lampen nimmt man zwei Drähte, für 150 drei Drähte u. s. w., vorausgesetzt dass die Dynamo von den Lampen nicht über 50 Meter entfernt ist.

Nun gilt es, von der Hauptleitung *Nebenleitungen* für einzelne Lampengruppen abzuzweigen. Für diese Nebenleitungen wählt man Drähte Nr. 16 bis 18 (Durchmesser 22 bis 30 Zehntel-Millimeter), die eine bestimmte Lampengruppe mit Strom versorgen sollen. Von diesen Nebenleitungen zweigt man die Drähte für die einzelnen Lampen ab und wählt hiefür die Sorten Nr. 18 oder 20, deren Durchmesser zwischen $^{15}/_{10}$ und $^{9}/_{10}$ Millimeter schwankt.

Man kann sich das Stromnetz gewissermassen als einen Baum vorstellen. Der Stamm ist die Hauptleitung, die Nebenleitungen sind die Aeste und die Leitungen

Digitized by Google

zu den Lampen die Zweige. Der erfahrene Installateur wählt nun gewöhnlich die Hauptleitung recht stark und calculirt das Andere nach Erfahrungen, denen die oben angeführten Querschnitte entsprechen.

Dieses summarische Verfahren kann ohne Gefahr allüberall angewendet werden, wo die Lampenanzahl (es wird hier immer nur von den gang und gäben Glühlampen gesprochen) nicht über beiläufig 150 steigt und wo das Stromnetz der Dynamo sehr nahe liegt, wo gewissermassen die Dynamo das Centrum des Netzes bildet. Wo aber diese günstigen Verhältnisse nicht existiren, muss man den Querschnitt der Leitungen an der Hand wissenschaftlicher Berechnungen etabliren.

Wenn man kein besonderes Stromvertheilungssystem befolgen will, kann man das vorhin angeführte Canalisirungssystem anwenden. Man theilt die Leitung ein in die Hauptleitung, welche von der Dynamo bis zum Anfang des Stromnetzes, d. h. bis zur ersten Lampengruppe, führt. Für den Querschnitt dieser Hauptleitung giebt es verschiedene Constanten, welche auf den Widerstand des Kupfers und seine Leitungsfähigkeit basirt sind. Wie wir später ausführen werden, nehmen wir bei Beleuchtungsanlagen für häusliche Zwecke keine stärkere Spannung als 110 Volts an, während die niederste Spannung selten unter 40 Volts heruntergeht. Nebenstehende Tabelle, auf Grund vieljähriger Erfahrungen zusammengestellt, giebt uns den Querschnitt der Hauptleitungen für Glühlampen an, deren Widerstand nicht unter 60 Ohms herabgeht. Für Lampen geringeren Widerstandes muss der Querschnitt um ein Entsprechendes vermehrt werden.

Digitized by Google

Querschnitt der Hauptleitungen.

Entfernung von der Dynamo zu den Lampen	Länge des Kabels in Metern hin und zurück	100 Lampen 40 bis 50 Volts, 50 Lampen 50 bis 110 Volts		200 Lampen 40 bis 50 Volts, 100 Lampen 50 bis 110 Volts		400 Lampen 40 bis 50 Volts, 200 Lampen 50 bis 110 Volts	
		Section d. Kabels in Quadrat-millimeter	Durchm. in Zehntel-millimeter	Section d. Kabels in Quadrat-millimeter	Durchm. in Zehntel-millimeter	Section d. Kabels in Quadrat-millimeter	Durchm. in Zehntel-millimeter
50	100	8	31	15	44	31	62
100	200	15	44	30	62	61	89
150	300	23	54	45	76	92	108
200	400	30	62	60	88	122	125
250	500	38	75	75	98	153	140
300	600	45	76	90	108	183	153
400	800	60	88	120	124	244	177
500	1000	75	98	150	139	305	198
600	1200	90	108	180	152	366	216
700	1400	105	116	210	164	427	234
800	1600	120	124	240	175	488	250
900	1800	135	132	270	186	549	265
1000	2000	150	139	300	196	610	279

Hier noch eine wichtige Bemerkung über den Durchmesser der verschiedenen Drahtsorten. Es giebt ein Birminghamer Drahtmass oder „Drahtlehre", das jedoch sehr variirt, da die Fabrikanten sich nicht genau daran binden und dasselbe nach ihrem Gutdünken abändern. Die nachfolgende Tabelle ist theilweise von M. M. Johnson und Neffe in Manchester ausgearbeitet und weicht ziemlich bedeutend von vielen anderen ab, was den in Millimeter angegebenen Durchmesser des Drahtes anlangt. Es wird sehr häufig die Birminghamer Drahtlehre mit der amerikanischen verwechselt, doch besteht zwischen beiden ein sehr bedeu-

Digitized by Google

tender Unterschied. Auch darf nicht vergessen werden, dass die Amerikaner den Querschnitt ihres Drahtes in „Circular mills" angeben, das kein quadratisches, sondern ein kreisförmiges Mass ist und einem kleinen runden Punkte gleichkommt. In einem Quadratmillimeter sind beiläufig 1900 circular mills enthalten.

Hat man nun mit Draht zu thun, der eine englische oder amerikanische Nummer trägt, so suche man zuerst dessen Durchmesser zu bestimmen. Es giebt hierzu eigene Instrumente, die „Palmer" genannt werden und wie Fig. 11 aussehen. Mit selben lässt sich der Durchmesser bis auf ein Zehntel eines Millimeters bestimmen, doch sehe man darauf, ein möglichst genaues Instrument zu bekommen. Hat man den Durchmesser gefunden, so kann man sich mittelst der Formel

Fig. 11.

$$F\frac{d^2\pi}{4}$$

den Querschnitt selbst ausrechnen.*)

Zur Nachhilfe für derartige Berechnungen möge nachstehende Tabelle (pag. 41) dienen:

Ist der Querschnitt der Hauptleitung von der Dynamo bis *A* festgestellt, berechnet man die Nebenleitungen.

Man theilt das Stromnetz in ebenso viele Lampengruppen, als nothwendig sind. In dem durch folgendes Schema (Fig. 12) dargestellten Falle hätten wir sechs solcher Gruppen, als: 1. Werkstätten, 2. Magazin, 3. Appretur, 4. Bleicherei, 5. Spulen, 6. Färberei. (Siehe pag. 44).

---

*) d = Durchmesser; π = Umfang des Kreises; F = die reisfläche. π wird mit 3·14159 oder blos mit 3·14 angenommen.

Digitized by Google

Durchmesser	$\pi =$ Umfang	Inhalt $^1/_4 \pi d^2$	Durchmesser	$\pi =$ Umfang	Inhalt $^1/_4 \pi d^2$
10	31·416	78·5398	29	91·106	660·520
10·5	32·987	86·5901	29·5	92·677	683·493
11	34·558	95·0332	30	94·248	706·858
11·5	36·128	103·869	30·5	95·819	730·617
12	37·699	113·097	31	97·398	754·768
12·5	39·270	122·718	31·5	98·960	779·311
13	40·841	132·732	32	100·53	804·248
13·5	42·412	143·139	32·5	102·10	829·577
14	43·982	153·938	33	103·67	855·299
14·5	45·553	165·130	33·5	105·24	881·413
15	47·124	176·715	34	106·81	907·920
15·5	48·695	188·692	34·5	108·38	934·820
16	50·265	201·062	35	109·96	962·113
16·5	51·836	213·825	35·5	111·53	989·798
17	53·407	226·980	36	113·10	1017·88
17·5	54·978	240·528	36·5	114·67	1046·35
18	56·549	254·469	37	116·24	1075·21
18·5	58·119	268·803	37·5	117·81	1104·47
19	59·690	283·529	38	119·38	1134·11
19·5	61·261	298·684	38·5	130·95	1160·16
20	62 832	314·159	39	122·52	1194·59
20·5	64·403	330·064	39·5	124·09	1225·42
21	65·973	346·361	40	125·66	1256·64
21·5	67·544	363·050	40·5	127·23	1288·25
22	69·115	380·133	41	128·81	1320·25
22·5	70·686	397·608	41·5	130·38	1352·65
23	72·257	415·476	42	131·95	1385·44
23·5	73·827	433·736	42·5	133·52	1418·63
24	75·398	452·389	43	135·09	1452·20
24·5	76·969	471·435	43·5	136·66	1486·17
25	78·540	490·874	44	138·23	1520·53
25·5	80·111	510·705	44·5	139 80	1555·28
26	81·681	530·029	45	141·37	1590·43
26·5	83·252	551·546	45·5	142·94	1625·97
27	84·823	572·555	46	144·51	1661·90
27·5	86·394	593·957	46·5	146·08	1698·23
28	87·965	615·752	47	147·65	1734·94
28·5	89·535	637·940	47·5	149·23	1772·05

Digitized by Google

Nummer des Drahtes, Birminghamer Mass	Durchmesser in Millimeter	Anzahl der in einem Kilogramm enthaltenen Meter	Gewicht eines Kilometers in Kilogramm	Querschnitt in Quadratmillim.
4½	5·847	5·190	238·375	26·78
5	5·740	5·350	229·606	25·87
6	5·029	5·662	176·209	19·87
7	4·848	6·634	150·555	18·39
8	5·445	7·256	137·646	15·55
9	4·064	6·700	114·805	12·94
10	3·454	12·014	83·139	9·34
11	3·251	13·562	73·647	8·29
12	2·717	19·410	51·458	5·76
13	2·540	22·220	44·886	5·06
13	2·336	26·250	37·510	4·26
14½	2·032	34·720	28·670	3·26
15½	1·778	45·340	22·027	2·46
16	1·651	52·580	19·000	2·13
16	1·587	56·914	17·538	1·96
16	1·521	61·720	16·230	1·81
17	1·473	66·060	15·121	1·69
17	1·422	70·864	13·906	1·58
17	1·371	76·208	13·106	1·47
17	1·320	82·182	12·153	1·36
18	1·274	88·888	11·236	1·26
18	1·219	96·450	10·356	1·14
18	1·168	105·020	9·386	1·05
19	1·117	114·780	8·702	0·96
19	1·066	125·060	7·928	0·88
20	1·016	138·888	7·190	0·80
20	0·965	154·320	6·472	0·72

Digitized by Google

Es sind uns daher, wenn wir vom Punkte *A* ausgehen, folgende Distanzen gegeben: *AB*, *AC*, *AD*, *AE*, *AF*, *AG*, welche die Nebenleitungen für die Lampengruppen repräsentiren.

Setzen wir voraus, es sei:

AB 80 Meter lang und hätte zu versorgen 50 Lampen
AD 70 „ „ „ „ „ „ 15 „
AE 90 „ „ „ „ „ „ 2 „
AF 50 „ „ „ „ „ „ 20 „
AG 70 „ „ „ „ „ „ 8 „

Nachdem wir die Distanzen und die Zahl der Lampen für jede Gruppe kennen, können wir zur Berechnung des Querschnittes schreiten und nehmen hiefür folgende Formeln an:

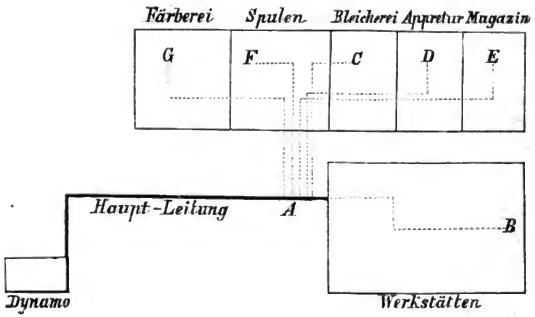
Für Lampen von		Formel $n \times d : x = s$ n = Anzahl der Lampen d: Distanz der Nebenleitung in Metern s : Querschnitt in Quadratmillimetern x: Coëfficient	
Spannung in Volts	Widerstand in Ohms		
110	140	$n \times d : 250 =$	Querschnitt in Quadratmillimetern
110	120	$n \times d : 220 =$	
90	120	$n \times d : 260 =$	
80	100	$n \times d : 250 =$	
50	70	$n \times d : 320 =$	
45	60	$n \times d : 260 =$	
40	50	$n \times d : 250 =$	
40	40	$n \times d : 200 =$	
40	30	$n \times d : 150 =$	
35	40	$n \times d : 230 =$	

Digitized by Google

Nach vorstehender Tabelle erhalten wir für das vorhergehende Beispiel (wenn wir Lampen mit 110 Volts Spannung und 140 Ohm Widerstand anehmen), für:

$$AB\ 50n \times 80m : 250 = 16{\cdot}00\ \square mm$$
$$AD\ 15n \times 70m : 250 = 4{\cdot}02\ \square mm$$
$$AE\ 2n \times 90m : 250 = 0{\cdot}72\ \square mm$$
$$AF\ 20n \times 50m : 250 = 4{\cdot}00\ \square mm$$
$$AG\ 8n \times 70m : 250 = 2{\cdot}24\ \square mm$$

Fig. 12.



Unter Anwendung der vorhergehenden Tabelle haben wir das Minimum des Querschnittes erhalten, unter welches man unter keiner Bedingung hinabgehen kann. Bei Anwendung dieser Formeln verliert man 10 bis 15 Procent an Energie in den Leitern und selbe sind fortwährend der Gefahr ausgesetzt, sich zu erwärmen.

Bei einer gut gemachten Anlage darf man blos auf 5 Procent Verlust in den Leitern rechnen. Um ein solches Resultat zu erzielen, benützt man die vorhergegangenen Formeln, multiplicirt aber den erhaltenen

Digitized by Google

Querschnitt mit einem Sicherheits-Coëfficienten, der nach Belieben variiren kann. Man wird daher erhalten:

Querschnitt für	Theoretischer Querschnitt	Doppelte Sicherheit	Dreifache Sicherheit	Vierfache Sicherheit	Fünffache Sicherheit	Anmerkung
	□m/m	□m/m	□m/m	□m/m	□m/m	
A B	16·00	32·00	48·00	64·00	80·00	Es soll immer fünffache Sicherheit genommen werden.
A D	4·02	8·04	12·06	16·08	20·10	
A E	0·72	1·44	2·16	2·88	3·60	
A F	4·00	8·00	12·00	16·00	20·00	
A G	2·24	4·48	6·72	8·96	11·20	

Nachstehendes Schema (Fig. 13) zeigt uns das Beispiel einer Installation mit sechs Lampengruppen und daher mit ebenso vielen Nebenleitungen, als: *AI, AJ, AK, AL, AM, AN.*

Wir entnehmen demselben, dass die Leitungen *AI* und *AJ* bis zu dem Punkte *x* miteinander gehen. Ebenso haben die Leitungen *AK* und *AL* bis zum Punkte *y*, die übrigen Leitungen bis zum Punkte *z* gemeinsamen Weg.

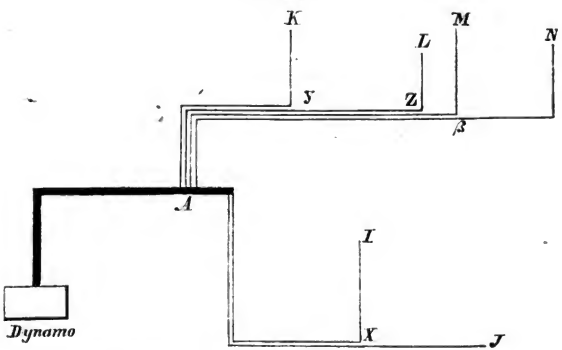
Es wäre unnütz, für jede einzelne Leitung einen besonderen Draht zu wählen, da die Anbringung vieler, gemeinsam miteinander laufender Drähte eine sehr umständliche Sache wäre. Man calculirt daher z. B. für die Leitungen *AI* und *AJ* bis zu dem Punkte *x* einen gemeinsamen Leiter, von welchem dann die noch fehlenden Distanzen *xI* und *xJ* abgezweigt werden.

Nehmen wir an, *AI* müsste nach den vorhergegangenen Regeln einen Querschnitt von 9 Quadratmillimeter, *AJ* aber einen solchen von 7 Quadratmillimeter haben,

Digitized by Google

so wird man den Querschnitt von AI und AJ zusammenaddiren und daher einen gemeinsamen Querschnitt von 16 Quadratmillimeter erhalten. Man wird demzufolge für die Strecke Ax einen einzigen Draht für beide Leitungen nehmen, dessen Querschnitt 16 Quadratmillimeter ist. Von x ab wird man dann einen Draht von 9 Quadratmillimeter für die Gruppe I und einen von 7 Quadratmillimeter für die Gruppe J abzweigen.

Fig. 13.



Um das Beispiel weiter zu verfolgen, nehmen wir an: AK müsse einen Querschnitt haben von 17 Quadratmillim.

AL	„	„	„	„	„	22	„
AM	„	„	„	„	„	24	„
AN	„	„	„	„	„	26	„
					Zusammen	89	Quadratmillim.

Die vier Leitungen laufen zusammen bis zu dem Punkte y; sie werden daher bis zu diesem Punkte durch einen Leiter von 89 Quadratmillimeter Querschnitt ersetzt werden. Bei dem Punkte z haben wir nur mehr

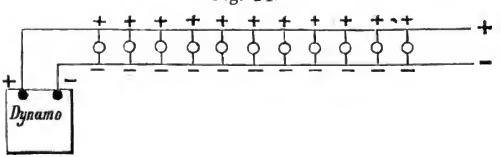
Digitized by Google

drei zusammengehende Leiter, also 89—17 (AK), was uns für die Strecke $y\zeta$ einen Gesammtquerschnitt von 72 Quadratmillimeter ergiebt. Von ζ bis β sind es nur mehr 50, da AL mit 22 in Wegfall kommt; von β bis N bleibt die letzte Leitung AN mit ihrem Querschnitt 26 allein.

Wenn wir von den Leitern sprechen, setzen wir immer voraus, dass es deren zwei giebt; einen positiven und einen negativen, welche direct von der Dynamo abgezweigt werden.

Von einem jeden dieser Leiter wird dann ein anderer für die Lampen abgezweigt, welche in vorstehendem Schema (Fig. 14) mit ○ bezeichnet sind. —○— bedeutet daher so viel als eine Lampe mit ihrem positiven und negativen Drahte.

Fig. 14.



Erdleitungen, bei welchen der negative Leiter unterdrückt und zur Erde abgeleitet wird, sind für elektrische Beleuchtungsanlagen nicht zu verwenden. Selbst für den Fall, als sie gut wirken sollten, was z. B. dort, wo die Erdleitung durch ein Wasserbassin oder einen isolirten Wasserlauf ersetzt wird, unzweifelhaft wäre, sind sie auszuschliessen, da sie die Isolirung der Dynamo gefährden und die ganze Anlage von atmosphärischen und tellurischen Einflüssen abhängig machen.

Wir haben bis jetzt immer angenommen, dass die Leitungen, von der Dynamo ausgehend, mit der letzten

Digitized by Google

Lampe ihrer Gruppe endigen. Dies ist der bis jetzt allgemein befolgte Modus und hat weiter keine Unannehmlichkeiten, wenn die Lampengruppen alle annähernd gleich stark sind und in gleicher Entfernung von der Dynamo liegen. Sobald aber dies günstige Verhältniss nicht existirt, treten Uebelstände ein, die in Folgendem bestehen:

Der elektrische Strom, der in vielen Beziehungen mit einem Wasserstrom oder aber mit einer Gasleitung verglichen werden kann, tritt mit voller Energie in die Leitungen ein und macht die ihm zunächst liegenden Lampen sehr hell brennen. Die weiter entfernt liegenden Lampen erhalten schon einen durch die vor ihnen befindlichen Lampen geschwächten Strom, und je mehr Lampen auf einer Leitung hintereinander geschaltet werden, desto schwächer wird der Strom gegen das Ende der Leitung hin. Existiren voneinander getrennte Lampengruppen, von denen eine weniger Lampen aufweist als die andere, wird es immer die schwächere Gruppe sein, welche heller brennt als die stärkere. Man könnte sagen, der elektrische Strom staue sich an gewissen Stellen zurück, um sich mit grösserer Energie auf die schwächeren zu werfen.

In Stelle einer langen Abhandlung über die Ursachen dieser Erscheinung wollen wir gleich das Mittel angeben, durch welches dem geschilderten Uebelstande abgeholfen werden kann. Dieses besteht darin, die Leitungen wieder zur Maschine zurückzuführen, und die Enden aller Leitungen miteinander zu verbinden, so dass das Ganze ein Strom-„Netz" im wahren Sinne des Wortes darstellt.

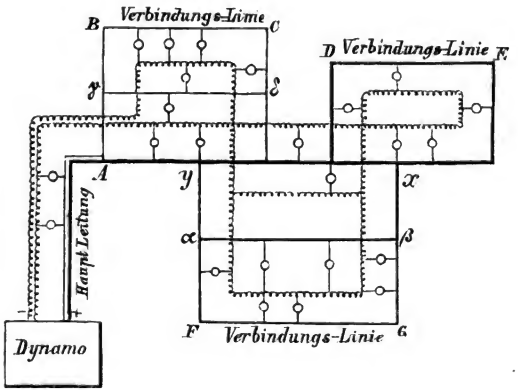
Nebiges Schema (Fig. 15) deutet uns die Art und Weise an, wie dies geschehen soll. Die Hauptleitung

Digitized by Google

wird bis A wie gewöhnlich berechnet. Wir haben ferner, wie in allen anderen Fällen, die Nebenleitungen AB, AC, AD, AE, AF, AG, welche sich bis zum Punkte $\times$ von einem gemeinsamen Leiter abzweigen, dessen Querschnitt in der vorher angegebenen Weise berechnet wurde.

Diese Nebenleitungen werden nun je nach Anordnung der Lampen durch die Sicherheitslinien $\alpha\beta$,

Fig. 15.



$\gamma\delta$ verbunden, sind also in gewissem Sinne ebenfalls als Nebenlinien zu betrachten. An den Endpunkten der Leitungen werden dieselben durch die Leitungen DE, BC, FG verbunden, welche wir daher auch als Verbindungslinien bezeichnen wollen.

Was den Querschnitt dieser Verbindungslinien anlangt, so ist derselbe von dem Querschnitt der zu verbindenden Leiter abhängig. Hat z. B. AE einen Querschnitt von 20 Quadratmillimeter und AD einen solchen

Digitized by Google

von 10 Quadratmillimeter, so ist für die Verbindungslinie DE der Querschnitt von AE, also der stärkere zu wählen.

Diese Anordnung hat den Zweck, Erhitzung der Leiter zu verhüten. Es könnte nämlich vorkommen, dass die Verbindung einer Nebenleitung mit der Hauptleitung aus irgend einem Grunde unterbrochen ist. Nehmen wir an, die Nebenleitung AG sei in dem Punkte $\times$ von dem Hauptleiter abgebrochen. Nichtsdestoweniger wird AG seinen Strom über γF erhalten. Wäre nun die Verbindungslinie FG zu schwach berechnet, würde sie der Gefahr einer Erhitzung ausgesetzt sein.

Nun hat aber die Linie $A\gamma F$ eine grössere Stromlast zu tragen als jene, für welche ihr Querschnitt ursprünglich berechnet war. Es muss daher für solche Fälle dadurch vorgesorgt werden, dass die Leitungen des ganzen Stromnetzes mit wenigstens fünffacher Sicherheit berechnet werden, damit sie im Stande seien, auch grössere Strommengen zu leiten als sie in gewöhnlichen Fällen zu leiten hätten.

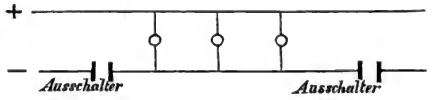
Ausserdem werden beiläufig in der Mitte der Leitungen die schon vorhin erwähnten Sicherheitslinien ($\alpha\beta$ und $\gamma\delta$) angebracht, so dass die Leitungen nicht nur an ihren Enden, sondern auch in der Mitte miteinander verbunden sind.

In manchen Fällen scheint eine solche Netzanordnung deshalb nicht möglich, weil einzelne Lampengruppen ausgeschaltet werden müssen. Bei dem Netzsystem sind *einzelne* Ausschalter von keinem Werth, denn, wenn wir auch die Zuleitung für eine Gruppe durch einen Ausschalter unterbrechen, so bekommt die Gruppe den Strom von einer anderen Seite her zugeleitet.

Digitized by Google

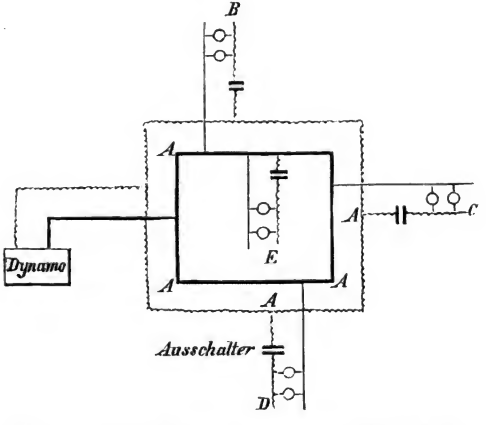
In solchen Fällen bringt man entweder doppelte Ausschalter an, die beide auf einer und derselben Linie liegen müssen, als:

Fig. 16.



oder aber man verbindet blos die Hauptleitung zu einem Kreise, während die Nebenleitungen an ihren Enden offen bleiben.

Fig. 17.

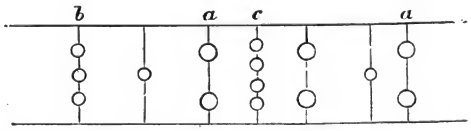


Die von dem Verfasser hergestellte Einrichtung des Administrationsgebäudes der Reichseisenbahnen in Strassburg i. E. (1100 Glühlampen) ist nach diesem System gemacht. Man ersieht aus dem obigen Schema (Fig. 17),

Digitized by Google

dass die Leitungen AD, AC, AB vollkommen unabhängig von einander sind und nach Belieben einzeln ausgeschaltet werden können. Sollte die Hauptleitung irgendwo durchbrechen, werden die einzelnen Lampengruppen wohl von einer anderen Seite den Strom erhalten. Ist aber der zur Gruppe selbst führende Leiter B, C, D unterbrochen, so ist auch die Möglichkeit einer Stromspeisung von anderer Seite her ausgeschlossen, was bei dem complet durchgeführten Netzsystem nicht der Fall ist. Wir würden daher zu doppelten Ausschaltern und an ihren Enden verbundenen Leitungen rathen.

Fig. 18.



Heute giebt es Glühlampen von allen Widerständen und von allen Spannungen. Man kann sie daher nach Belieben hintereinander schalten. Hätten wir eine Maschine von 110 Volts, so können wir hintereinander schalten:

a) 2 Lampen von 55 Volts Spannung
b) 3 „ „ $36^1/_2$ „ „
c) 4 „ „ $27^1/_2$ „ „

und zwar geschieht die Schaltung in der durch obiges Schema (Fig. 18) angedeuteten Weise.

Es giebt nun keine Spannung von „halben" Volts. Da es aber, wenn Lampen verschiedener Spannung untereinander geschaltet werden, unbedingt nothwendig ist, dass die Summe der Spannung für die hintereinander geschalteten Lampen genau mit der Spannung der

Digitized by Google

einzeln geschalteten Lampe übereinstimme, werden wir folgende Auswahl treffen:

Für *a)*	2	Lampen	zu	55	Volts	= 110
„ *b)*	1	„	„	36	„	} = 110
	2	„	„	37	„	
„ *c)*	2	„	„	27	„	} = 110
	2	„	„	28	„	

Um das, was wir im Begriffe sind, zu erklären, noch näher zu veranschaulichen, wollen wir uns die Hintereinanderschaltung von Lampen näher betrachten.

Fig. 19.

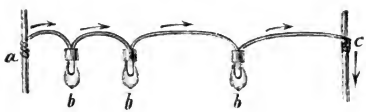
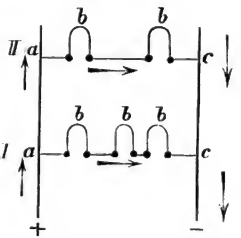


Fig. 20.

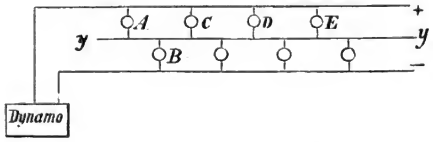


Der elektrische Strom positiven Sinnes langt bei (Fig. 19 und 20) *a* an, durchläuft die Kohlenbügel *b* der Reihe nach und kehrt in *c* zum negativen Pole zurück. Es repräsentirt also *ac* eine Leitung vom positiven zum negativen Pole, in welcher je nachdem zwei, drei oder mehrere Kohlenbügel eingeschaltet sind, welche sich beim Durchgang des Stromes bis zur Weissgluth erhitzen. Gruppe I ist mit der von der Dynamo ausgehenden Leitung blos in *a* und *c* in Verbindung, ebenso Gruppe II, während die einzelnen Kohlenbügel unter sich verbunden werden.

Digitized by Google

Es ist nach dem Vorausgesagten leicht begreiflich, dass, wenn einer dieser Kohlenbügel in Brüche geht, die Zuleitung des Stromes für die ganze hintereinandergeschaltete Gruppe unterbrochen ist. Es werden daher, wenn z. B. vier Lampen hintereinander geschaltet sind, bei einer eventuellen Unterbrechung alle vier auf einmal verlöschen.

Fig. 21.



Um dies zu verhindern, greift man zum Drei- und Vierleiter-System.

Fig. 22.

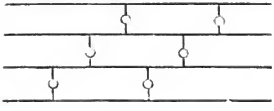
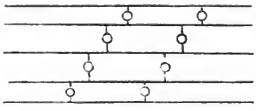


Fig. 23.



Vorstehendes Schema (Fig. 21) zeigt uns zwei Lampen hintereinander geschaltet. Würde z. B. Kohlenbügel *A* brechen, so wird der ihm gegenüberstehende Bügel *B* deswegen nicht verlöschen, sondern er wird über *C* oder *D* oder *E* vermittelst des als Brücke dienenden Drahtes *y*—*y* seinen Strom erhalten.

Sind drei Lampen hintereinander zu schalten, so wird man zwei Brückendrähte nehmen, bei vier Lampen drei Drähte u. s. w. (Fig. 22 und 23).

Digitized by Google

Fig. 24a zeigt uns die Parallelschaltung und Fig. 24b die Brückenschaltung von Lampen in einem Kreise.

Fig. 24a.

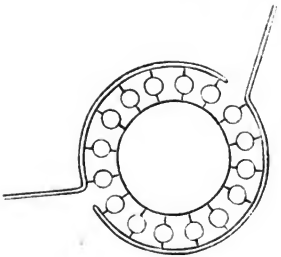


Fig. 24b.

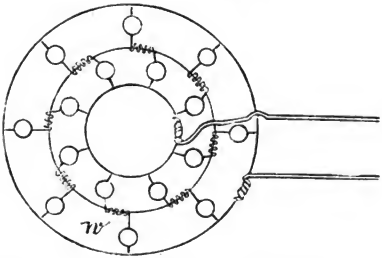
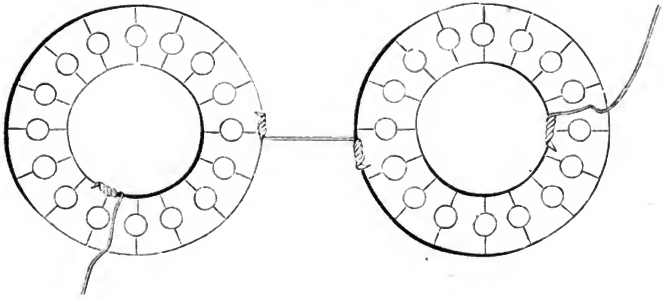


Fig. 25 veranschaulicht uns die Hintereinanderschaltung von zwei ganzen Lampengruppen.

Fig. 25.



Bei Anwendung des Systems mehrerer Leiter ist ausserordentliche Vorsicht zu beobachten. Mit demselben erreicht man wohl, dass die hintereinander geschalteten Lampen gewissermassen unabhängig von einander sind,

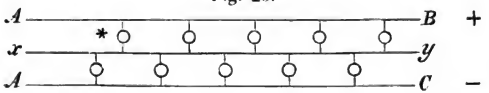
Digitized by Google

und dass die Differenzen, welche in ihrem Widerstande bestehen, untereinander besser ausgeglichen werden, aber man gefährdet hierdurch auch die Lampen.

Nehmen wir an, es seien zehn Lampen zu zweien hintereinander geschaltet und mit einem Brückendraht versehen (Fig. 26).

Wir werden also fünf Abzweigungen am Leiter AB und ebenso viele am Leiter AC haben. Nehmen wir nun an, die mit einem * bezeichete Lampe breche; wir werden folglich auf AB nur mehr vier Abzweigungen haben, während wir in AC noch immer fünf haben. Der in seiner Spannung gleich bleibende Strom wird daher in AB weniger Arbeit zu verrichten haben, als in AC, und

Fig. 26.



demzufolge wird sich auch die Stärke des Stromes in den an AB hängenden vier Lampen äussern, indem sie sehr hell brennen werden, während die an AC hängenden Lampen desto schwächeres Licht geben werden. Das Gleichgewicht in der Stromvertheilung ist gestört; eine Partie Lampen erhält zu viel Stromkraft, während die andere dessen zu wenig hat; die vier Lampen werden auf Kosten der fünf anderen leuchten und sehr bald zu Grunde gehen, wenn das Gleichgewicht nicht rasch durch Einsetzung einer neuen Lampe in AB wieder hergestellt wird.

Ohne zu versuchen, dieser etwas elementaren Erklärung des Mehrleitersystems eine theoretische Erläuterung beizugeben, wollen wir nur anrathen, das Mehr-

Digitized by Google

leitersystem nur dann anzuwenden, wenn es recht viele Lampen hintereinander zu schalten giebt. Bei grosser Anzahl stellt sich das Gleichgewicht in den Leitungen viel leichter her, und wenn dasselbe auch für kurze Zeit gestört ist, so hat es doch nicht viel zu sagen.

Die geringste Anzahl der hintereinander zu schaltenden Lampen ist bei Anwendung des Mehrleitersystems folgende:

Spannung der Dynamo beiläufig:	Anzahl der Lampen zu beiläufig: 55 Volts	37 Volts	28 Volts	25 Volts
110 Volts	50	150	200	400
80 „	—	100	150	250
70 „	—	50	—	100
60 „	—	—	50	—
50 „	—	—	—	50

* * *

Zur Befestigung des Drahtes an den Wänden verwendete man zuerst eine Art von zweispitzigen Klammern in Form eines Hufeisens, welche aus verzinntem Drahte hergestellt wurden. In Amerika verwendete man Stahlklammern, welche galvanisch mit Kupfer überzogen waren.

Es ist dies zweifelsohne eine sehr bequeme Befestigungsart, wenn der Draht auf Holz läuft; auf Mauerwerk halten solche Klammern nicht und lassen sich leicht wieder mit blosser Hand aus dem Mörtel entfernen.

Aber selbst für den Fall, als diese Klammern überall leicht anzubringen und überall haltbar wären, sind sie für eine elektrische Einrichtung nicht besonders zu empfehlen. In keinem Falle dürfen sie nackt auf dem Drahte aufsitzen; der Draht muss an jener Stelle, an welcher er von der Klammer umfasst wird, mit Kautschuk

Digitized by Google

umwunden sein, damit die Klammer die Isolirung des Drahtes nicht durchschneide oder verletze. Ferner sollen die Klammern nie im Mauerwerk sitzen; sie haften zu machen, treibt man in die Mauer 6 bis 7 Centimeter lange Dübel ein, auf welche die Klammer zu sitzen kommt.

Wo es leicht angeht, und wo der Draht keiner Gefahr durch muthwillige Beschädigung ausgesetzt ist, kann man ihn auch mit Holzklammern (Fig. 27) befestigen. Dieselben werden aus hartem Holze hergestellt, und zwar aus solchem, das sich nicht leicht spaltet oder in Feuchtigkeit aufschwillt. Diese Klammern sollen nie, wie es so oft beliebt wird, mit Drahtstiften, sondern mit Schrauben befestigt werden, damit man sie im Nothfalle leicht entfernen kann, ohne die Isolirung des Drahtes zu beschädigen.

Fig. 27.

Gewöhnlich werden die Einschnitte der Klammern sehr enge genommen, damit sie den stramm gespannten Draht einzwängen und ihn möglichst fest niederdrücken, damit er sich nicht verrücken könne, wenn die Klammer einmal festgeschraubt ist. Das ist eine sehr schlechte Gewohnheit. Die Klammer, anstatt den Draht zu isoliren, schabt seine Isolirung ab und setzt die schadhafte Stelle der Gefahr aus, Stromverluste hervorzubringen. Man nehme daher die Einschnitte der Klammern möglichst weit, damit der Draht an jeder Seite noch einen halben Millimeter Spielraum habe. Damit er aber fest halte, umwickelt man ihn an der Stelle, wo die Klammer zu sitzen kommt, mit einem dünnen Gummibande. Die Klammer drückt demzufolge auf den Gummi, lässt aber die Isolirung des Drahtes vollkommen intact.

Digitized by Google

Wo die Leitung mit freier Hand erreicht werden kann, wo sie leicht zugänglich ist und allüberall, wo sie leicht beschädigt werden könnte, muss für eine andere Unterkunft der Leitungen vorgesorgt werden. — In trockenen Plätzen wird der Draht in hölzernen Rinnen

Fig. 28.

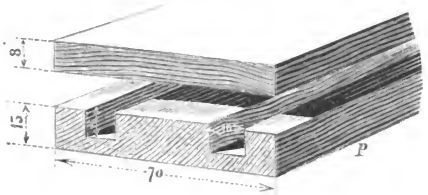
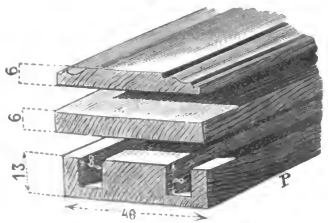


Fig. 29.



eingeschlossen, welche für gewöhnliche Leitungen obenstehende Dimensionen haben (Fig. 28 und 29).

Je nach Bedarf kommt entweder ein glatter oder aber ein ausgefriester Deckel zur Verwendung. Die beistehende Abbildung erklärt wohl von selbst, wie diese Rinnen anzuwenden sind. Manchmal empfiehlt es sich, den glatten Deckel zuerst anzuschlagen und ihn als Unter-

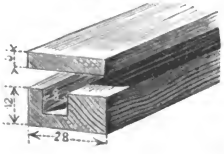
Digitized by Google

lage zu benützen; die Rinne, in welcher der Draht ruht, kommt dann als Deckel zur Verwendung. Die Befestigung geschieht ebenfalls mit Schrauben. Drahtstiften und Nägel sollten in einer elektrischen Anlage überhaupt nicht vorkommen.

Leitungen mit grösserem Querschnitt kommen jede in einer gesonderten Rinne zur Verwendung. Fig. 30 zeigt die hierbei gebräuchlichsten Dimensionen.

Luftlinien. Sehr oft wird es nothwendig, die Leitung weite Strecken einer Strasse entlang oder über einen Hof zu führen. Man hat zu diesem Zwecke Stangen aufzustellen, an welchen Isolatoren angebracht werden, die den Draht tragen. Gewöhnlich sieht man hierbei nicht auf Schönheit, sondern man benützt einfache Holzständer und es ist am besten, sich solche von einer nahe gelegenen Telegraphenwerkstätte zu besorgen. Kann man dies nicht, so befolge man folgende Anweisungen:

Fig. 30.



Man nimmt gewöhnlich dreissig- bis vierzigjährige Holzstämme (am besten Lärchenholz), und zwar solche, welche im Winter geschlagen und geraume Zeit trocken gelegt waren. Der Stamm wird abgeschält und der Luft ausgesetzt, jedoch in einer Weise, dass er nicht zu stark von der Sonne beschienen wird, weil er sich sonst sehr leicht spaltet. Ist der Stamm an der Oberfläche trocken, legt man ein Ende in ein mässiges Feuer und verkohlt es auf eine Länge von 30 bis 40 Centimeter. Dieses verkohlte Ende wird dann in die Erde gesetzt und nachdem der Stamm einige Tage lang weiter ausgetrocknet ist, kann man ihn theeren oder anstreichen.

Digitized by Google

Es ist räthlich, den Stamm, bevor er in die Erde gesetzt wird, an seinem unteren Ende mit einer eisernen Kappe zu versehen, welche noch 30 Centimeter über die Erde hervorragt, damit die Fäulniss des Stammes nicht so leicht eintrete. Hat man genug Zeit und Gelegenheit, kann man das Holz auch mit Kupfervitriol oder Kreosot imprägniren. Solch imprägnirte Stangen sind übrigens auch im Handel zu finden.

Ein Durchmesser von 12 Centimeter für den oberen Theil der Stange ist genügend. Man wende viel Sorgfalt daran, dass die Stangen so fest als möglich in den Boden gerammt werden. Gewöhnlich stecken sie $1^1/_2$ Meter tief im Boden; hat die Stange ein grosses Gewicht zu tragen, muss sie noch tiefer hinabgehen. Muss die Stange durch ein Kniestück oder eine Strebe gestützt werden, so muss man beide durch eine Traverse vereinigen, um ein Gleiten oder Nachlassen der Stütze zu verhindern.

Soll ein schweres Kabel, welches die Hauptleitung darstellt, oberirdisch auf grosse Entfernungen geleitet werden, ist es unbedingt nothwendig, zwei Stangen zu benützen, welche in Form eines Λ gegeneinander gestemmt und durch eine Traverse miteinander verbunden werden.

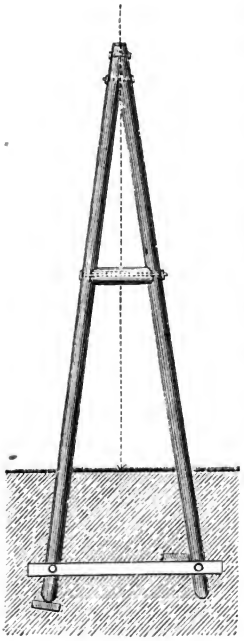
Einen solchen Doppelständer zeigt umstehende Fig. 31. Nach Zacharias („Elektrische Leitungen") beträgt die Abschrägung der Stangen am oberen Ende circa 45 bis 60 Centimeter, jedoch darf nicht mehr als die halbe Zopfstärke abgenommen werden. Die Auseinanderstellung am Stammende soll bei 7·0 Meter Stangen mindestens 0·65 Meter, bei 8·5 Meter Stangen mindestens 0·80 Meter betragen. Am Stammende befestigt man ein Querstück mit Holzdübeln und auf der halben Höhe des über

Digitized by Google

dem Erdboden befindlichen Theiles einen Holzriegel mit einem Schraubenbolzen.

Bei Herstellung einer oberirdischen Leitung muss jederzeit die schädliche Wirkung in Augenschein genommen werden, welche der Schnee auf das Kabel und auf die Stange ausüben könnte. Manchmal friert der Nachtnebel auf den Drähten und hüllt sie mit einer mehrere Centimeter dicken Eiskruste ein, dergestalt das von der Stange zu tragende Gewicht um ein Bedeutendes vermehrend.

Fig. 31.



Für kurze Linien kann isolirter Draht genommen werden, für längere Linien aber kann man auch unisolirten Draht verwenden, und zwar erstens der Oekonomie halber und zweitens, weil die der Luft, dem Regen und dem Schnee ausgesetzte Isolation des Drahtes ohnehin bald verdirbt und daher für Luftleitungen keinen Werth hat.

Handelt es sich darum, nur eine geringe Strommenge, zur Speisung von etwa 2 bis 5 Glühlampen, von einem Ort an den anderen auf grössere Entfernungen zu leiten, kann man statt Kupfer- auch Siliciumbronzedraht nehmen. Nimmt man Kupferkabel, wie es für grössere Strommengen unerlässlich ist, so hat man

Digitized by Google

dasselbe auf seine Leitungsfähigkeit zu prüfen, da der im Handel vorkommende Kupferdraht zumeist unrein ist und auf 100 Theile Kupfer oft 30, ja sogar 60 Theile fremder Körper enthält.

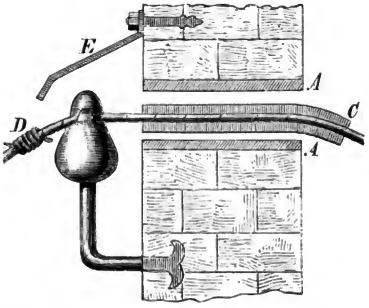
Ein aufgehängter Draht nimmt in Folge seines Gewichtes die Gestalt einer Curve an; je mehr der Draht gespannt ist, desto weniger gekrümmt wird der Bogen der Curve sein. Ein stramm gespannter Draht mag wohl sehr angenehm für das Auge sein, soll aber bei einer Beleuchtungsanlage so viel als möglich vermieden werden. Das Kupfer dehnt sich bekanntermassen sehr leicht; spannt man einen Kupferdraht zu viel, so vermindert man seinen Durchmesser durch die Dehnung. Der Draht bleibt vielleicht einige Tage schön gespannt, bald aber wird er durch sein eigenes Gewicht abwärts gedrückt. Ein Eisen- oder Stahldraht, welcher bei warmer Witterung auf das Strammste gespannt wurde, wird bei kalter Witterung zerreissen, weil sich das Metall zusammenzieht. Dies ist beim Kupferdraht seiner Dehnbarkeit halber nicht zu fürchten. Wohl aber wird der zu stramm gespannte Kupferdraht bei warmer Witterung sich über Gebühr ausdehnen, indem er an den Aufhängepunkten seinen Durchmesser vermindert, und wird alsdann auch bei folgendem Witterungswechsel (da er auf Kosten seines Durchmessers an Länge zugenommen) in seiner Curve verbleiben. Der Bogen dieser Curve wird aber immer grösser werden, weil das Kupfer sich ausserordentlich leicht dehnt, hierdurch wird aber auch das nach abwärts ziehende Gewicht des Drahtes immer grösser. Die Wirkung dieses Gewichtes äussert sich besonders an den Aufhängepunkten des Drahtes, der an dieser Stelle immer dünner wird, bis er endlich zerreisst.

Digitized by Google

Bei einer Luftlinie, welche mit Kupferdraht ausgeführt wird, hat man daher möglichst viele Aufhängungspunkte zu schaffen. Die Anzahl derselben ist in directem Verhältniss zum Durchmesser des Drahtes. Um auf alle Fälle sicher zu gehen, wähle man für dünne Drähte eine Entfernung von 30 Metern, für dickere Kabel 20 Meter zwischen den einzelnen Stangen.

Soll die Luftleitung in das Gebäude eingeführt werden so wird der nackte Draht ausserhalb des Gebäudes mit

Fig. 32.



einem isolirten Drahte gleichen Querschnittes verbunden, so dass (Fig. 32) die Löthstelle *D* vor die zwei Isolatoren zu sitzen komme, welche die Luftleitung empfangen sollen und welche in das Mauerwerk eincementirt sind. In die Mauer selbst wird ein Loch gebrochen und werden in dasselbe zwei gut glasirte Steingutröhren *A* eingemauert. Hierauf wird je ein Draht in ein dickes Kautschukrohr *C* eingehüllt und wird mit demselben durch die Röhren durchgeführt. Ausserhalb des Gebäudes verhindern die Isolatoren, dass der Draht sich an den Mauer-

Digitized by Google

kanten abreibe, innerhalb des Gebäudes aber lässt man das Kautschukrohr noch einige Centimeter aus der Steingutröhre herausstehen, damit sich die Isolation des Drahtes nicht abreibe. Es ist selbstverständlich, dass an solchen Einführungsstellen nur ausgezeichnet isolirter Draht verwendet werden darf, da diese Stelle der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, trotzdem das Ganze ausserdem noch durch ein kleines Regendach *E* geschützt wird.

Wo nur dünne Leitungen einzuführen sind, kann man auch Ebonit- oder Glasröhren anwenden, doch soll man sich hierbei hüten, einen zu geringen Querschnitt des Rohres zu nehmen, da sich die Isolation, in die Röhre eingezwängt, leicht abschaben würde. Am besten ist es, dem Draht so viel als möglich Spielraum zu geben, um solchen Zufälligkeiten auszuweichen.

* * *

Verbindung der Drähte untereinander. Es ist sehr häufig nothwendig, die Drähte miteinander zu verbinden. Auf eine solche Verbindung, welche man bezeichnenderweise mit „Löthstelle" bezeichnet, muss die denkbar grösste Sorgfalt verwendet werden. Wenn der Contact zwischen den beiden miteinander zu verbindenden Drähten nicht genügend innig hergestellt wird, setzt man die Leitungen der Gefahr einer Erhitzung an der betreffenden Stelle aus; ein Uebelstand, welcher durch eine Vermehrung des Widerstandes daselbst hervorgerufen wird. Die Löthstelle soll so gemacht werden, dass beide Drahtstücke ein metallisches Ganze bilden, dessen Widerstand gleich Null ist.

Ist der Draht dünn, dann ist es sehr leicht, die Löthstelle mit der Hand, ohne Beihilfe eines Zweiten zu machen. Die Drähte werden an den Enden blank

Digitized by Google

gemacht und dieselben mit Schmirgelpapier abgerieben, damit jede Spur des angehafteten Isolationsmateriales verschwinde. Hierauf kreuzt man die Enden übereinander und dreht das eine Ende nach rechts, das andere nach links, den linksseitigen Draht auf das rechte Ende und den rechtseitigen Draht auf das linke Ende aufrollend.

Sind dicke Drähte miteinander zu verbinden, so kann man die vorher beschriebene Verbindungsart ebenfalls anwenden, doch benöthigt man hierzu einen Gehilfen, der die übereinander gekreuzten Drahtenden mit einem Feilkloben festhält, während der Andere mit einer platten Zange die Drähte aufeinander rollt. Eine bessere Verbindungsart ist die folgende, zuletzt von Zacharias beschriebene. Es werden die Drahtenden, welche früher ein wenig nach aufwärts gebogen wurden, nach Fig. 33*a* zusammengelegt, mittelst eines Feilklobens zusammengepresst und werden hierauf die Drähte mit einem anderen, dünneren, in der in Fig. 33*b* angedeuteten Weise umwickelt. Hat man die eine Hälfte gewickelt, so windet man das Ende *e* (Fig. 34*a*) noch 7- bis 8mal um den einen Draht, dreht den Feilkloben herum und vollendet in gleicher Weise die andere Hälfte der Wickelung, so dass die fertige Verbindung das Aussehen der Fig. 34*b* erhält.

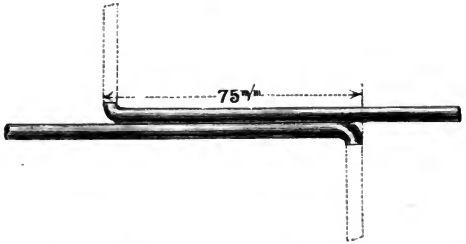
Um die Löthung der Verbindungsstellen zu bewerkstelligen, ist es nothwendig, einen transportablen Löthofen mit sich zu führen. Derselbe ist gewöhnlich cylinderförmiger Gestalt und wird mit Holzkohle gefeuert. Auf demselben befindet sich ein kreuzförmiges Gestell, welches eine kleine Casserolle aus Blech trägt, in welchem Wasser stets heiss erhalten wird. Das Gestelle erlaubt es, die

Digitized by Google

Löthkolben einzulegen und herauszunehmen, ohne die Casserolle umzustürzen.

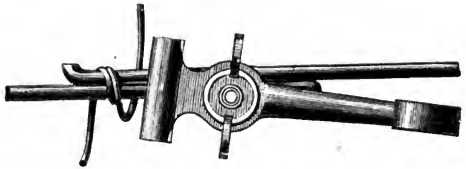
Es ist am besten, zum Löthen eine solche Legirung zu verwenden, welche sehr viel reines Zinn enthält. Man soll Kupferdrähte nie mit Salzgeist oder einer anderen

Fig. 33a.



Säure, sondern stets nur mit Kolophonium löthen. Manche Monteure haben im Gebrauch, die Drahtenden

Fig. 33b.



vor dem Löthen in Salpetersäure zu tauchen und sie auf diese Weise blank zu machen. Das mag das Löthen wohl sehr erleichtern, ist aber unzulässig, weil ein gewisser Ueberschuss der Säure sich nie vollständig entfernen lässt, wodurch der Draht selbst gefährdet wird.

Für dickere Drähte wendet man statt des Löthkolbens eine Löthlampe an, deren Gebläse durch eine

Digitized by Google

Spiritusflamme unterhalten wird. Der Draht wird durch die Flamme erhitzt und wird das in dünne Stangen gegossene Schnellloth auf den beinahe glühenden Draht aufgetragen.

Ist das Zinn in alle Windungen der Löthstelle gut eingedrungen, wischt man mit einem Lappen den Ueberschuss des Metalles ab, um der Löthstelle eine gleichmässige Oberfläche zu geben. Hierauf wird die noch heisse Stelle mit Isolirband umwickelt, so dass sich dasselbe, rasch weich geworden, innig an die Löthstelle

Fig. 34a.

anschmiegt. Auf diese Umhüllung wird eine dünne Schicht Guttapercha aufgetragen, welche in dem heissen

Fig. 34b.

Wasser des Löthofens weich gemacht wurde. Auf die Guttaperchaschicht kommt nochmals eine Umhüllung von Isolirband, das aus einer Mischung von Asphalt, Pech, Kautschuk und Oel (oder Talg) hergestellt wird.

Unterirdische Leitungen. Wie wir schon bemerkt haben, sollen die Leitungen jederzeit leicht zugänglich sein, damit man dieselben leicht revidiren und repariren kann. Es ist für die Isolation der Leitung jedenfalls vortheilhafter, dieselben oberirdisch zu führen, als sie in die Erde einzugraben. Leider giebt es aber genug Fälle, in welchen man sich für die unterirdische Fortleitung des

Digitized by Google

Stromes entscheiden muss, und müssen wir uns nothgedrungen mit dieser Eventualität befassen.

Was von ausgezeichneter Isolirung der Leitungen gesagt wurde, gilt in erhöhtem Massstabe für die unterirdischen Leitungen. Eine ganz kleine Nachlässigkeit, eine geringe Oberflächlichkeit rächt sich durch schwerwiegende Folgen und bedeutende Reparaturkosten. Unterirdische Leitungen kann man nie genug isoliren. Verfasser Dieses hat besonders in diesem Falle Erfahrungen gemacht, die ihn berechtigen, für das folgende Capitel die besondere Aufmerksamkeit seiner Leser zu verlangen.

Geringe Elektricitätsmengen werden am besten in Kabeln fortgeleitet, welche unbedingterweise eine Isolirung haben müssen, die den Durchmesser des Kupfers um das Dreifache übersteigt. Solche Kabel, welche von mehreren Fabriken besonders für Bogenlicht in mustergiltiger Weise hergestellt werden, bestehen aus mehreren Lagen Kautschuk und Guttapercha, getheertem Hanf und anderer Isolirmasse, und sind ausserdem noch mit einer Hülle aus Eisendraht umgeben.

Man hüte sich, um Ersparungen zu machen, den positiven mit dem negativen Drahte in ein Kabel einzuschliessen, respective ein Kabel mit zwei „Seelen" zu nehmen. Es giebt wohl in der Telegraphie Kabel, in welche bis an die zwölf Leitungen, vollständig von einander isolirt, eingeschlossen sind, ohne dass in der Functionirung der Leitungen eine Störung einträte. Aber diese Leitungen sind alle ein und desselben Sinnes, sie werden alle von gleichartiger Elektricität durchströmt und haben daher auch keine Tendenz, sich unter sich auszugleichen. Selbst wenn positive und negative Drähte untereinander in ein solches Kabel eingeschlossen wären,

Digitized by Google

würden die Leitungen (vollkommenste Isolirung vorausgesetzt und Störungen durch Induction ausgeschlossen) gut functioniren, für Beleuchtungszwecke aber würden sie absolut untauglich sein. Bei der Telegraphie arbeitet man mit schwachen Strömen und grossen Leitungswiderständen, bei der elektrischen Beleuchtung aber mit starken Strömen und schwachen Widerständen, was den Unterschied im Gebrauche mehrerer Leiter in einem Kabel für beide Zwecke leicht erklärt.

Ohne weiter auf das Theoretische dieses Gegenstandes einzugehen, wollen wir hier nur noch bemerken, dass die Anwendung eines Kabels mit zwei Leitern schon deshalb unmöglich wäre, weil sich, falls eine Abzweigung von diesem Kabel nothwendig werden würde, eine solche nur mit ausserordentlichen Schwierigkeiten herstellen liesse.

Es ist schon sehr schwer, von einem Kabel mit einem einzigen Leiter eine Abzweigung herzustellen, deren Isolirung vollkommen sein soll. Eine Löthstelle an einem Kabel ist das heiklichste Ding der Welt. Die Erde, in welcher das Kabel ruhen soll, ist seine grimmigste Feindin, und sucht es auf alle mögliche Weise zu zerstören. Das geheimnissvolle Fluidum, welches die Erde durchströmt und gewöhnlich „Erdelektricität" genannt wird, sucht in gieriger Weise diese Kabel auf und sucht sich mit dem in demselben circulirenden Strom auszugleichen.

Die beste Isolirung erlangt zu gewissen Zeiten eine inductive Kraft, welche diesem Fluide gleichsam als Brücke dient, und die Ausgleichungen dieses Fluids mit den Leitern im Kabel finden oft durch die Isolirschichte hindurch statt. In solchem Falle findet man die letztere

Digitized by Google

an manchen Stellen verbrannt und durchlöchert. Gegen solche Eventualitäten gibt es leicht wirksame Abhilfe, man braucht sie daher nur nebensächlich in Rechnung zu ziehen. Was man bei unterirdischen Leitungen für Beleuchtungszwecke vor Allem in Anbetracht zu ziehen hat, das ist die Vermeidung der Möglichkeit einer Ableitung des Stromes in die Erde, verursacht durch mangelhafte oder wenig dauerhafte Isolirung.

Wenn man auf lange Dauer der unterirdischen Kabel rechnen will, wenn man verhindern will, dass die Erde die Isolirschichte zerstöre oder zersetze, muss das Kabel mit einer Metallschichte umgeben sein. Das Dauerhafteste ist ein Kabel mit einer Bleihülle, aber auch das Heiklichste, da die Bleikabel sehr oft mit dem in ihnen eingeschlossenen Kupferleiter Contact machen. Der heutige Stand der Fabrication hat uns wohl die Möglichkeit gegeben, ausgezeichnet isolirte Bleikabel zu finden, aber dieselben sind, aufrichtig gestanden, sehr rar. Wenn man solches Material anwendet, prüfe man es vorher genau.*) Es giebt nur wenig Fabriken, welche solche Kabel vor ihrem Verkauf auch gewissenhaft prüfen und nur absolut tadelloses Material in den Handel kommen lassen. Diese Prüfung ist eine unumgängliche Nothwendigkeit; will man sie aber doch vernachlässigen, setzt man sich der Gefahr aus, eine fehlerhafte Leitung einzurichten, welche nachher schwer zu untersuchen und in guten Stand zu bringen ist.

Vorausgesetzt, das Kabel sei ausgezeichnet isolirt, handelt es sich darum, diese Isolirung auch in ebenso

*) Jeder Elektrotechniker soll einen Galvanometer-Multiplicator mit sich führen, der es ihm ermöglicht, das Kabel auf seine Isolationsfähigkeit zu prüfen.

Digitized by Google

gutem Stande zu lassen. Die erste Gefahr für die Beschädigung derselben bilden die Löthstellen.

Hat man die Metallumhüllung des Kabels an jener Stelle losgemacht, an welcher die Löthstelle angebracht werden soll, wird die Isolirung weggeschabt und der Kupferdraht freigelegt. Nachdem derselbe mit dem anderen Drahte verbunden worden und die Verbindung regelrecht und sauber gelöthet wurde, hat man an das schwere Werk der Isolirung zu gehen. Es ist selbstverständlich, dass bei dieser Arbeit die Metallumhüllung des Kabels mit einem Galvanometer verbunden sein muss, damit man während der ganzen Operation sich davon überzeugen könne, dass dieselbe der Isolirung des Kabels keinen Eintrag thue.

Ist das Kabel mit Eisendraht umhüllt, so ist die Sache verhältnissmässig wenig gefährlich. Man nimmt einen groben Seidenfaden und umwickelt hiermit die Löthstelle dermassen, dass das Metall vollkommen eingehüllt ist. Diese Umhüllung wird mit Judenpech, welches in Benzin aufgelöst wurde, bestrichen, worauf man das Ganze trocknen lässt. Hat man sich mit dem Galvanometer überzeugt, dass die Isolirung des Kabels vollkommen intact ist, kann man weiter schreiten. Man nimmt dünnes ($^1/_2$ Millimeter) Gummiband, beiläufig 7 Millimeter breit, und wickelt dasselbe mehreremale auf die Löthstelle auf. Das Band wird wieder mit Rohseide umwickelt, diese wieder mit Isolirung getränkt und dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis das Ganze die Dicke des Kabels erreicht hat.

Man wickelt hierauf über die ungeschützte Stelle 2 Millimeter starken Bleidraht in 4 bis 5 Schichten und lässt man selben noch auf beiden Seiten 10 Centimeter

Digitized by Google

über die Löthstelle hinausgehen. Die Bleiumrollung wird schliesslich mit einer feinen Löthrohrflamme übergangen, damit die oberste Schicht Drähte zusammenschmelze, und dann untersucht man das Ganze nochmals mit dem Galvanometer. Ist die Isolirung ungestört geblieben, legt man die Löthstelle in einen Wasserkübel und lässt sie dort 12 Stunden liegen. Hat sie sich nach dieser Zeit als wasserdicht und undurchdringlich erwiesen, kann man das Kabel eingraben.

Viel schwieriger ist die Sache mit einem Bleikabel. Um eine Löthstelle anzubringen, muss natürlicherweise die Bleiumhüllung durchschnitten werden. Dringt das Schneidewerkzeug in das Blei ein, wird dasselbe, weil es biegsam ist, vorerst eine Krümmung nach einwärts machen und erst dann dem Messer nachgeben. An der unteren, der Kupferseele zugekehrten Seite der Bleiumhüllung wird sich an der Schnittstelle ein Rand bilden, dessen spitzige, aufgeworfene Ueberragung in die Isolation eindringt und dieselbe beschädigt. Je dünner die Schicht zwischen Umhüllung und Kupferseele, desto grösser wird die Gefahr, dass sich beide an der Schnittstelle berühren, Contact bilden und ein elektrisches Ganzes werden.

Es gehört sehr viel Gewissenhaftigkeit und eine geschickte Hand dazu, um an einem Bleikabel eine richtige tadelfreie Löthstelle zu machen. Dieselbe wird übrigens in der vorhin beschriebenen Weise gemacht. Statt Bleidrahtes kann man auch ein Bleirohr nehmen, das über die gut isolirte Löthstelle gezogen und mit einer feinen Wassergasflamme an die Bleiumhüllung des Kabels gelöthet wird.

Von einer nachlässig gemachten Löthstelle kann man sicher sein, dass sie binnen kurzer Zeit durchbrennt.

Digitized by Google

Um die Umständlichkeiten zu umgehen, welche solche Stellen verursachen, ist es am besten, gar keine dort anzubringen, wo sie vielleicht in die Erde zu liegen kämen, sondern für die ganze unterirdische Leitung ungestückte Längen zu nehmen. Hat man mehrere Stromnetze zu versorgen, so möge man ebenso viele Kabel nehmen, als Netze vorhanden sind. Die Enden derselben kommen oberirdisch in Verwendung, wo man sie gegen Feuchtigkeit und Zersetzung leicht schützen kann und wo auch die hauptsächlichsten Unannehmlichkeiten der Löthstellen, die Wiederverkleidung des Kupferleiters, in Wegfall kommen.

Zur unterirdischen Fortleitung grösserer Elektricitätsmengen, die einen bedeutenden Querschnitt des Kupferleiters erfordern, kann man sich der gewöhnlichen Kabel nicht mehr bedienen. Edison hat als der Erste, der mit grossen Strömen arbeitete, als Leiter Kupferstangen benützt und hiermit, was Leitungsfähigkeit anlangt, eine ausgezeichnete Wahl getroffen.

Die Art und Weise, wie er diese Kupferstangen anwendete, erinnert viel an das Technische der Gasbeleuchtung, wie es denn Edison überhaupt darum zu thun war, eine Copie der Gasbeleuchtung zu liefern, um zu zeigen, dass das elektrische Licht viel mehr Bequemlichkeiten in Handhabung und Anlage biete, als das Gas.

In dem Bestreben, das Leitungsnetz einer grossen Centralstation oder einer anderen bedeutenden Beleuchtungsanlage so handlich als möglich zu gestalten, ferner um die allüberall auf den Index gesetzten Luftleitungen zu vermeiden, hatte sich Edison dafür entschieden, die Leitungen einfach in die Erde zu versenken, wie es auch

Digitized by Google

mit den Wasser- und Gasleitungen statthat. Man darf nicht vergessen, dass dies zu einer Zeit geschah, in welcher es galt, mit allen möglichen Mitteln die Handlichkeit des neuen Systems darzuthun. Heute ist man davon zurückgekommen, und verlangt für grosse elektrische Leitungen gemauerte, leicht zugängliche Canäle, so dass die Leiter zu jeder Zeit revidirt und ausgebessert werden können, ohne dass es nothwendig wäre, die Pflasterung der Strassen auf lange Strecken aufzureissen und durch Ausgraben der fehlerhaften Stelle den Verkehr belebter Strassen zu hemmen. Die Städter haben so wie so genug Misèren mit Gas- und Wasserleitungs-Reparaturen auszustehen, so dass es durchaus nicht nöthig ist, auch noch die elektrischen Leitungsnöthen hinzuzufügen.

Edison wählte als Leiter Kupferstangen segmentförmiger Gestalt, die er mit einer von ihm erfundenen Isolirmasse umgab und die er in eisernen Röhren verschloss. Um zwischen den einzelnen Stangen Verbindungen herzustellen, um von der Hauptleitung Abzweigungen zu machen u. s. w., hatte der amerikanische Bahnbrecher ein äusserst praktisches System erdacht.

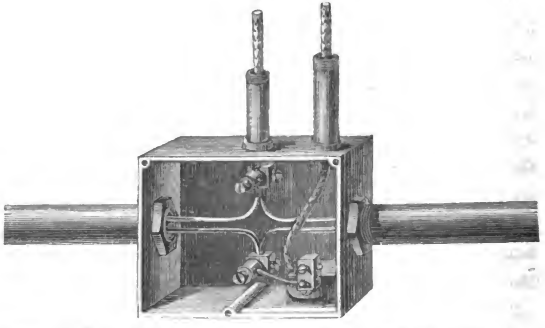
Die Verbindung der geraden Stangen geschieht durch hufeisenförmige Kupferbügel, deren Enden eine segmentförmige Aushöhlung haben, in welchen die Stangen festgeschraubt und später verlöthet werden. Für Hauptabzweigungen giebt es specielle Kupfergliederungen, ebenso für Ecken und Kreuzungen. Um von der Hauptleitung geringere Leitungen, z. B. für 70 bis 100 Lampen abzuzweigen, hat man Verbindungskasten, wie Construction Fig. 35 zeigt.

Während die Muffe, in welchen sich die Hauptabzweigungen befinden, mit Isolirmasse angefüllt werden,

Digitized by Google

bleibt dieser Kasten leer und wird durch einen angeschraubten Deckel hermetisch verschlossen. Wir bemerken bei diesem Kasten, dass die Zweigleitung von der unteren Stange nicht direct abgezweigt ist, sondern dass zwischen beide ein Bleidraht eingeschaltet ist, der als Sicherheitsvorrichtung dient. Wird durch irgend einen Zufall der Strom in den Hauptleitern kurz geschlossen, so schmilzt der Bleidraht ab und die Zweigleitung, deren Communication auf diese Weise unterbrochen ist, befindet sich

Fig. 35.



ausser Gefahr. Hat man den in der Leitung vorgekommenen Fehler gefunden, wird der Bleidraht wieder erneuert. Um aber zu selbem gelangen zu können, muss der Verbindungskasten zugänglich sein, was bei Versenkung der Leitung in die Erde nicht so leicht möglich wäre.

Diese Röhrenleiter functioniren in tadelloser Weise, wenn die Qualität der die Kupferstangen von einander trennenden Isolirmasse eine ausgezeichnete ist. Es kann sehr leicht vorkommen, dass diese Masse keineswegs den

Digitized by Google

Anforderungen entspricht, die grosse Ströme an die Isolirungsfähigkeit solchen Materials stellen.

Die zersetzende Eigenschaft des elektrischen Stromes ist bekannt. Selbst die als isolirende Materialien bekannten Körper widerstehen dieser zersetzenden Kraft nur bis zu einem gewissen Massstabe, den man ihre „Isolationsfähigkeit" nennt und der in umgekehrtem Verhältnisse zur Stärke des Stromes steht. Solche Strommengen, wie sie auf oder in diesen Kupferstangen fortgeleitet werden, sind in ihrem Zersetzungsbestreben geradezu fürchterlich. Wir leiten in ihnen Mengen von 1000 bis 5000 Ampères, also eine in zersetzende elektrische Kraft umgewandelte Arbeit von 300 bis 1500 Pferdekräften fort. Stellen wir uns nun zwei solche Leiter vor, die nur durch eine verhältnissmässig geringe Isolationsschicht von einander getrennt sind, so werden wir begreifen, dass es eines ausgezeichneten Materiales bedarf, um sich der Arbeit eines solch mächtigen elektrischen Stromes wirksam entgegenzustellen und die Ausgleichung der Elektricitäten verschiedenen Sinnes innerhalb des Röhrenleiters zu verhindern.

Die Isolirung der Röhrenleiter besteht aus einer Masse, deren Hauptbestandtheil in Oel aufgelöster Asphalt ist. Die Fabricationsbedingungen für solche Leiter erfordern ein leichtflüssiges Material, das wie jede andere Flüssigkeit in ein Reservoir gepumpt und von diesem aus in die Röhren geleitet werden kann. Diese Isolirung darf nicht zu schnell erkalten und muss nach ihrem Erstarren ein dichtes Gefüge und ein hohes specifisches Gewicht besitzen. Auch muss sie genügende Elasticität besitzen, um bei Temperaturwechsel keine Sprünge zu erleiden, sie darf ferner nicht leichtbrüchig, nicht spröde und endlich nicht allzu theuer sein.

Digitized by Google

Die bis jetzt in Anwendung gekommenen Isolirmassen entsprechen diesen Anforderungen nur theilweise. Leichtflüssigkeit ist gleichbedeutend mit leichter Schmelzbarkeit und beide sind ohne einander nicht zu denken, wenn die betreffende Masse beim Erstarren nicht spröde werden soll. Die bis jetzt bekannten, zu Röhrenleitern verwendbaren Isolirmassen werden schon bei geringer Wärme weich und bei 50 Grad flüssig.

Es ist bekannt, dass die Materialien ihren Widerstand gegen die Arbeit des elektrischen Stromes mit der Temperatur wechseln. Die in Rede stehende Isolirmasse wird gegen den Angriff des elektrischen Stromes umso schwächer, je wärmer sie wird. Was bei Null Grad Celsius einen Widerstand von 50.000 Ohms hatte, kann bei 30 Grad auf einen Widerstand von 3000 herabsinken. Da aber die Arbeit des Stromes bis auf ein Geringes stets dieselbe in dem Leiter bleibt, wird man leicht begreifen, dass zwei Kupferleiter, die bei Null Grad noch genügend isolirt sind, bei 30 Grad es nur mehr in geringem Masse sind.

Es ist eine eigenthümliche Eigenschaft gewisser Körper, in der Wärme leichter vom elektrischen Strom zersetzt zu werden als im Kalten. Der Strom, welcher der Isolirmasse in kaltem Zustande nichts anhaben kann, weil sie zu grossen Widerstand besitzt, wird schon bei geringer Temperaturveränderung an derselben zu nagen beginnen und wird sie umso mehr zersetzen, je wärmer sie wird. Das geschieht nun nicht mit einemmale, aber es genügt die Erwärmung während einer Stunde, um die Vorbedingungen zu einer äusserst langsamen, aber unerbittlich fortschreitenden Zersetzung zu schaffen, die mit „kurzem Schluss" der Leitungen endigt.

Digitized by Google

Eine zweite Schwierigkeit bei der Herstellung dieser Röhrenleiter sind die Klammern, welche die Kupferstangen während des Eingiessens der Isolirmasse von einander halten und mit in der Röhre verbleiben. Diese Klammern werden entweder aus Holz oder aus Carton hergestellt, welche Materialien für schwache Ströme genügende Isolationsfähigkeit besitzen. Beim Eingiessen der Masse nimmt das Holz oder das Papier Oel auf, fettet sich vollkommen durch, verliert viel an Isolationsfähigkeit und macht sehr oft kurzen Schluss zwischen den Leitern.

Die Legung dieser Röhrenleiter, die Verlöthung der Verbindungsstellen erfordern einen mit dem System enge vertrauten, praktischen Einrichter, der nicht nur mit dieser Arbeit, sondern auch mit den Messinstrumenten Bescheid weiss, um allenfalls fehlerhafte oder während des Legens fehlerhaft gewordene Stücke auszuscheiden. Anfänglich hatte man auf Dieses nicht genügenden Werth gelegt; heute hat es sich gezeigt, dass die Verlegung solcher Leiter ebenso viel Umstände und Prüfungen erfordert als jene eines unterseeischen Kabels.

Wir wenden uns nun zur einfachsten und praktischesten, wenn auch etwas theuren Herstellung unterirdischer Leitungen für grössere Strommengen.

Aus recht fettem Tannenholze werden hölzerne Rinnen, beiläufig 10 Centimeter hoch und ebenso breit, hergestellt. Dieselben werden in einen Graben gelegt, der wenigstens einen Meter breit sein muss, damit man sich in demselben zu beiden Seiten der Rinne frei bewegen könne. Nachdem die Rinnen gelegt wurden, wird inzwischen heiss gemachter Asphalt mit Steinkohlentheer verdünnt und werden demselben 30 Raumtheile sehr

Digitized by Google

feinen Kieselsandes zugemengt. Man fasst den also zubereiteten Asphalt in Kübel und beginnt den Boden der Rinne mit einer 2 Centimeter hohen Asphaltschicht auszustreichen. Diese Arbeit muss mit grosser Sorgfalt gemacht werden, damit die Schicht vollkommen gleichförmig sei.

Nachdem der Asphalt erkaltet und vollkommen hart geworden ist, wird das bereit gehaltene Kabel in die Rinne gelegt. Dasselbe muss aus isolirten Drähten hergestellt sein, die untereinander keine elektrische Verbindung haben. Es ist dies eine nothwendige Vorsichtsmassregel, welche verhüten soll, dass im Falle eines ausserordentlichen Vorkommnisses nicht das ganze Kabel auf einmal angegriffen werde. Fig. 36.

Fig. 36.

Das Kabel wird in der Rinne selbst gerade gespannt und in diesem Zustande erhalten. Nachdem man sich davon überzeugt hat, dass das Kabel überall gleich weit von den Rändern der Rinnen absteht und dieselben nirgends berührt, wird eine zweite Schicht Asphalt nachgegossen, die gerade hinreicht, um das Kabel zu bedecken. Es ist gut, diese Arbeit sehr langsam zu machen. Man trägt beiläufig einen Meter Asphalt auf, lässt diesen etwas erkalten und fährt erst hierauf mit der nächsten Länge fort. Die dem Asphalt entströmende Hitze wirkt nämlich auf das Kabel ein, dehnt es aus und dasselbe beginnt sich zu heben und zu krümmen. Man muss es daher mit Stöcken so lange festhalten, bis der Asphalt seine Wärme halbwegs ausgestrahlt und eine gewisse Consistenz erlangt hat, wo er dann das Kabel in seiner Lage festhält.

Nachdem dies geschehen und auch die zweite Schicht kalt geworden ist, trägt man die dritte auf. Dieselbe

Digitized by Google

muss dünn aufgetragen und rasch vertheilt werden, damit sie geschwind erkalte und nicht auf das Kabel einwirke. Man fährt dann so lange fort, bis man die Rinnen bis zum Rande gefüllt hat.

Diese Gattung unterirdischer Leitungen hat sich bis jetzt sehr gut bewährt; Verfasser Dieses hat sie an verschiedenen Orten angewendet und immer guten Erfolg damit gehabt, ebenso wie seine Collegen. Damit sie aber von den Temperatureinflüssen unabhängig seien und der Asphalt nicht springe oder rissig werde, muss man die Rinnen 1·50 Meter tief in die Erde legen.

Die Dynamo.

Es giebt drei wesentlich von einander verschiedene Gattungen von Dynamomaschinen. Bei der Glühlichtbeleuchtung kommen nur zwei in Betracht, und zwar die Shunt-Dynamo und die Compound-Dynamo.

Bei der Shunt-Dynamo kann der die Elektromagnete umkreisende Strom in einen Regulator geleitet werden, es kann also die Leistung der Maschine nach Belieben vermindert und dann wieder auf ihre höchste Leistungsfähigkeit zurückgeführt werden.

Die Compound-Dynamo soll der Theorie nach sich selbst reguliren. Sie ist gebaut wie eine Shunt-Dynamo und hat die Anordnung der Elektromagnete wie diese; der erzeugte Strom aber, bevor er die Dynamo verlässt, umkreist seinerseits früher die Elektromagnete, übt dergestalt einen gewissen Einfluss auf die Leistung der Dynamo und geht erst nach Erfüllung dieser Aufgabe zu den Lampen.

Digitized by Google

Die Elektromagnete der Shunt-Dynamo also haben eine einfache Wickelung, während die Shunt-Dynamo eine doppelte hat.

Vorstehendes Schema (Fig. 37 und 38) zeigt uns den Stromlauf beider Maschinen. Setzen wir voraus, der Strom ginge von *A* aus. Bei *B* befindet sich der „Shunt", d. h. die Abzweigung für die Elektromagnete. Der Strom durchläuft dieselben und verbindet sich in *C*

Fig. 37.

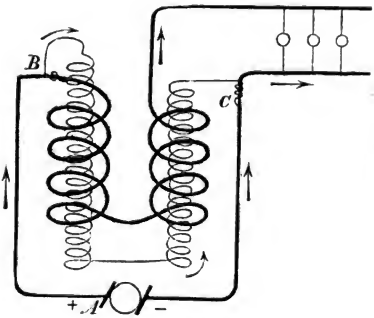
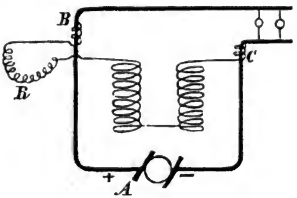


Fig. 38.



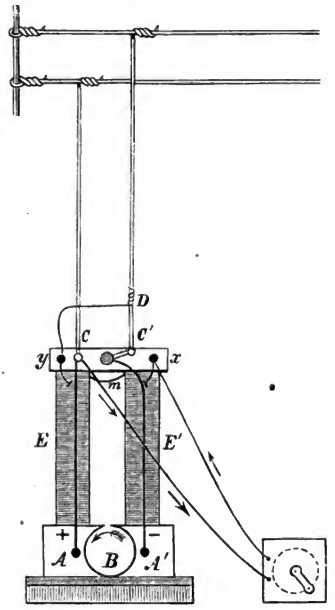
mit dem negativen Pole. Bei der Shunt-Dynamo durchläuft der von *B* für die Elektromagnete abgezweigte Strom früher die Neusilberdrahtwindungen eines Regulators *R* und umkreist erst dann die Elektromagnete. Bei der Compound-Dynamo ist dies nicht der Fall; wohl aber wird der von *A* ausgehende Hauptstrom, anstatt direct zu den Lampen zu gehen, früher noch die Elektromagnete als zweite Wickelung umkreisen und erst dann zu den Lampen gehen.

Befassen wir uns vor Allem blos mit der Shunt-Dynamo (Fig. 39). *AA'* sind die Punkte, wo sich die

Digitized by Google

schleifenden Contacte befinden, welche den erzeugten Strom von dem im magnetischen Felde *B* rotirenden Stromsammler abnehmen und nach *CC'* geleiten, von wo aus dann der Strom in die Lampen geht. In *C* finden wir den Shunt, d. h. die zu den Elektromagneten gehende Abzweigung, welche, nachdem sie den Regulator *R* durchlaufen hat, zu den Elektromagneten geht. Der Strom tritt bei *x* ein, umkreist die Säule *E'*, geht dann bei *m* zur anderen Säule *E*, umkreist dieselbe, verlässt bei *y* die Elektromagnete und vereinigt sich bei *D* mit dem negativen Pole.

Fig. 39.

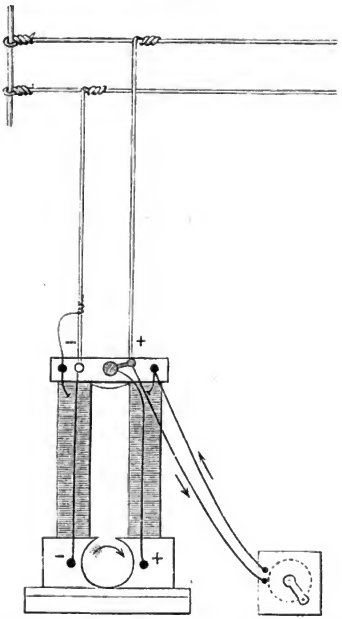


Wir haben in diesem Beispiele angenommen, der in *B* rotirende Stromsammler drehe sich von rechts nach links. Es wird sich daher der positive Pol, wo der Strom seinen Anfang nimmt, links in *A* befinden, und von dort aus wird auch der Shunt, d. h. die Abzweigung für die Elektromagnete, genommen.

Digitized by Google

Dreht sich aber der Stromsammler der Dynamo, dessen Elektromagnete beide in gleichem Sinne bewickelt sind, in entgegengesetzter Weise, d. h. von links nach

Fig. 40.



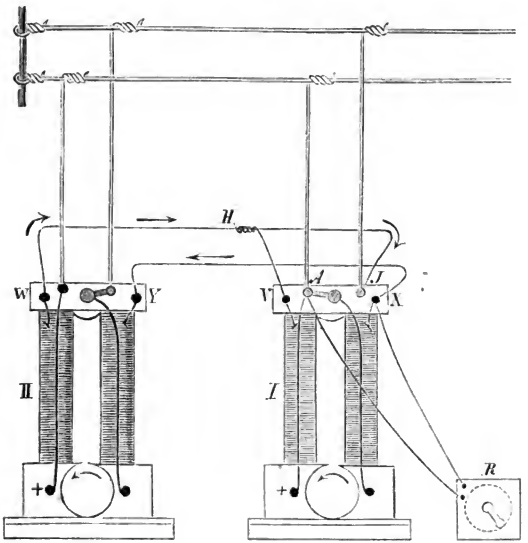
rechts, so wird sich auch der positive Pol rechts befinden, und es wird also auch der Shunt von rechts genommen. (Fig. 40.)

Hat man mehrere Dynamomaschinen aufzustellen, welche miteinander arbeiten sollen, so ist es vor Allem

Digitized by Google

nothwendig, dass sie gleiche Spannung haben, unbekümmert um ihre Stärke. Man kann sehr gut eine Dynamo von 25 Lampen mit einer solchen von 500 zusammen arbeiten lassen, wenn sie nur die gleiche Spannung

Fig. 41.

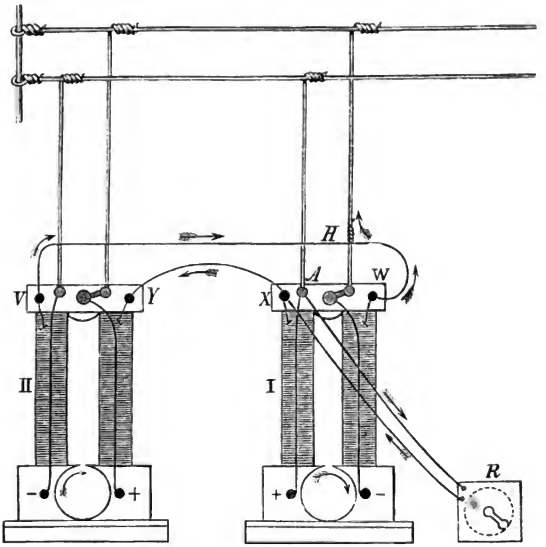


haben. Fig. 41 zeigt uns das Schema zweier Maschinen, welche in gleichem Sinne, nämlich von rechts nach links rotiren. Eine solche Schaltung heisst Parallelschaltung oder aber Schaltung auf Quantität. Der Strom für die Elektromagnete wird (Fig. 41) vom positiven Pole der Dynamo I bei *A* abgezweigt, geht in den Regulator *R*

Digitized by Google

und tritt bei *X* in die Windungen der Elektromagnete der Dynamo I und bei *Y* in jene der Dynamo II. Wir haben also für die Elektromagnete beider Maschinen eine einzige Abzweigung von *A*, welche den Regulator durch-

Fig. 42.



läuft, welch letzterer also auch beide Maschinen zugleich regulirt.

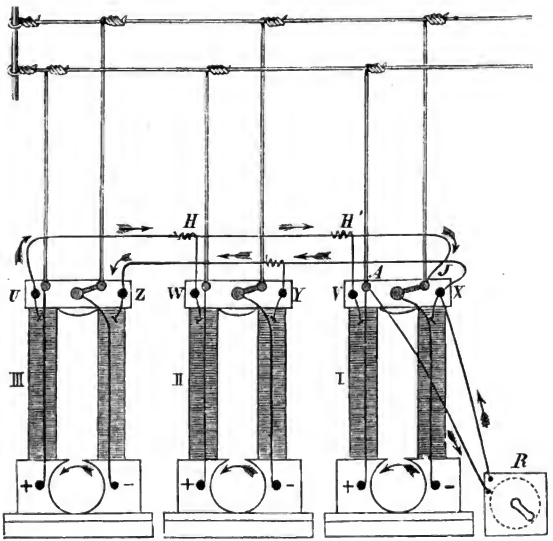
Dynamo I spielt hier die Rolle einer Anregerin (excitatrice). Die in *V* und *W* die Elektromagnete verlassenden Leitungen kehren auf gemeinschaftlichem Wege, nachdem sie sich bei *H* miteinander verbunden

Digitized by Google

haben, zu dem negativen Pole der Dynamo I bei *J* zurück.

Fig. 42 zeigt uns ebenfalls die Schaltung zweier Dynamos auf Quantität, die jedoch nicht in gleichem

Fig. 43.

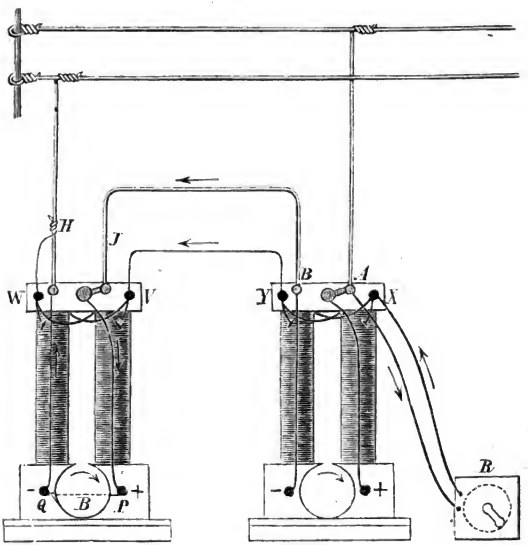


Sinne rotiren. Die Abzweigung für die Elektromagnete wird von *A* genommen, geht durch den Regulator, geht bei *X* und *Y* in die Elektromagnete, verlässt dieselben bei *V* und *W*, vereinigt sich bei *H* und kehrt an diesem Punkte zum negativen Pole der Dynamo I zurück.

Digitized by Google

Fig. 43 zeigt uns das Schema dreier auf Quantität geschalteten Dynamos. Der Shunt für die Elektromagnete wird in *A* vom positiven Pole abgenommen, geht zum Regulator *R*, geht bei *X*, *Y*, *Z* in die Elektromagnete,

Fig. 44.



verlässt dieselben bei *U*, *V* und *W*, vereinigt sich in *HH* zu gemeinsamem Wege und kehrt in *J* zum negativen Pole der Dynamo I zurück.

Fig. 44 veranschaulicht nur die Schaltung zweier Dynamo auf Spannung (Hintereinanderschaltung). Der Strom für die Elektromagnete wird wie in gewöhnlicher

Digitized by Google

Weise in *A* abgezweigt, geht zum Regulator *R* und tritt bei *X* in die Elektromagnete der Dynamo. Dieselben bei *Y* verlassend, tritt er bei *V* in die Elektromagnete der Dynamo ein, verlässt dieselben bei *W* und vereinigt sich in *H* mit dem negativen Pole der Dynamo II. Der bei *B* die Dynamo I verlassende Hauptstrom geht nicht zu den Lampen, sondern tritt in den positiven Pol der Dynamo II bei *J* ein, steigt hinunter zu dem in *B* rotirenden Stromsammler, tritt in denselben bei *P* ein, verlässt ihn bei *Q* und geht über *H* zu den Lampen.

In den bis jetzt vorgeführten Schemas besteht die Dynamomaschine aus einem Paare Elektromagneten in Säulenform, welche in eine Art ausgehöhlten Sockel endigen, zwischen welchen der Stromsammler rotirt. Die Anordnung dieser Elektromagnete ist bei anderen Shunt-Dynamos eine äusserlich verschiedene, bleibt sich jedoch im Wesen gleich. Bei der Schaltung von Dynamos hat man blos den positiven Pol zu suchen. Hat man diesen gefunden, wird man auch den von ihm aus zu den Elektromagneten gehenden Draht leicht ausfindig machen. Neben dem negativen Pole findet man dann den von den Elektromagneten kommenden Draht und man kann dann in der durch die vorangeführten Schemas angegebenen Schaltungsweise vorgehen.

Um dies leichter erklärlich zu machen, wollen wir einen Vergleich anstellen. In Fig. 45 sehen wir die Elektromagnete unserer Schemata. *AA'* sind die Pole des Elektromagneten, zwischen welchen der Stromsammler in *B* rotirt. *CC'* sind die Säulen, um welche der Draht gewickelt ist. Der Strom tritt in *D* ein, umkreist die Säulen immer in gleicher Richtung und verlässt bei *E* die Elektromagnete.

Digitized by Google

Anstatt nun die Säulen CC' vertical zu stellen, placiren sie manche Constructeure horizontal und ver-

Fig. 45.

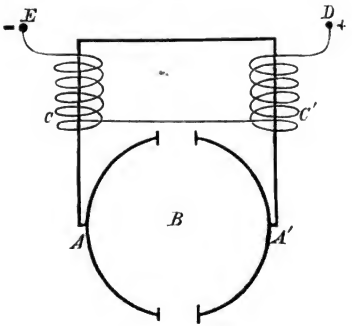
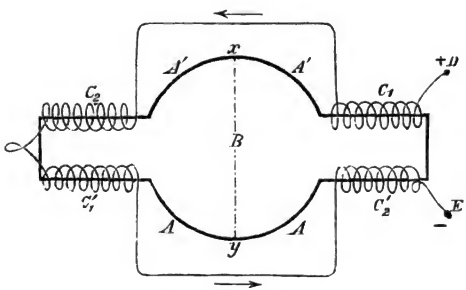


Fig. 46.



legen die Pole der Elektromagnete nach der Mitte. Dies kann durch eine einfache Anordnung der Wickelung des Drahtes geschehen (Fig. 46).

Digitized by Google

Doch haben wir dann nicht mehr ein einziges Paar von Elektromagneten, sondern zwei. Es ist gerade so, als hätten wir nun vier Säulen CC und $C'C'$, welche mit ihren Füssen gegeneinander stehen, und deren Scheidung durch die Linie xy bezeichnet ist. Der bei D eintretende Strom wird also zuerst C_1 umkreisen und sich hierauf in gleichem Sinne kreisend nach C_2 verfügen, diese Säule ebenfalls in gleichem Sinne magnetisirend.

Bei C'_1 angelangt, ändert sich die Wickelung; anstatt von links nach rechts gehend, geht sie umgekehrt, magnetisirt daher C'_1 in umgekehrtem Sinne, umkreist in selber Richtung C'_2 und verlässt bei E die Elektromagnete.

Um nun solche Maschinen hintereinander oder parallel zu schalten, haben wir trotz der Verschiedenheit der Construction immer nur zwei Ausgangspunkte E und D für die Elektromagnete, können daher die vorangeführten Schemas für beide Gattungen von Dynamos benützen.

* * *

Die Fundirung. Alle Dynamos, welche durch ihre eigene Schwere der Zugkraft des Treibriemens nicht genügenden Widerstand leisten können, müssen fest verankert werden.

Im Anfang der elektrischen Beleuchtung gab es Maschinen, die bis zu 3000 Kilogramm wogen, und die elektrische Ausstellung in Paris brachte uns die erste Riesen-Dynamo für 1000 Lampen, die 40.000 Kilogramm wog. Auch heute noch besitzen alte Dynamos, welche eine grössere Stromquantität erzeugen, ein Gewicht, das ein Emporheben der Dynamo durch den Treibriemen unmöglich macht. Solche Maschinen können auf Schienen gestellt

Digitized by Google

werden, auf welchen sie allenfalls gleiten sollen, und es genügen ein oder zwei Stellschrauben, um die Dynamo vor einer Verschiebung durch den Riemen zu bewahren. Trotzdem aber ist es besser, solche Dynamos ebenfalls zu verankern, mögen sie auch noch so schwer sein. Wenn sie blos auf Schienen gestellt sind, vibriren sie und sind allen Zufälligkeiten ausgesetzt.

Indem man die Dynamo auf Gleitschienen stellt sucht man dadurch die Möglichkeit einer Regulirung der Umdrehungsgeschwindigkeit während des Ganges der Maschine zu erreichen. Besonders bei Inbetriebsetzung einer elektrischen Anlage dehnen sich die Treibriemen in sehr bedeutender Weise; sie werden schlapp und haften nicht mehr an den Scheiben, so dass dadurch die Tourenzahl der Dynamo eine Verminderung erleidet. Tritt dieser Fall ein, zieht man blos die Stellschrauben der Fundamentplatte an, rückt dadurch die Dynamo zurück und der Riemen spannt sich wieder.

Das ist nun freilich ein grosser Vortheil, der sehr viel Bestechendes an sich hat, wenn man bedenkt, wie ungemein wichtig es bei einer elektrischen Anlage ist, die Tourenzahl der Dynamo stets und unter allen Umständen auf gleicher Höhe zu erhalten, und wie angenehm es sein mag, durch einige Handgriffe ein Gleiten oder Schlappwerden des Riemens verhindern zu können.

Dieser Vortheil aber hat nur auf kurze Zeit praktischen Werth, nämlich nur für so lange, als die neuen Riemen sich nicht ordentlich ausgestreckt haben. Sind dieselben aber einmal gut eingelaufen, was bei neuen Riemen höchstens vierzehn Tage dauert, dann verlieren auch Schienen und Stellschrauben ihre Bedeutung. Das Vibriren und Schütteln der Dynamo aber bleibt bestehen und

Digitized by Google

dieses kann sich mit der Zeit zu einem recht lästigen Uebelstande herauswachsen. Dieses Vibriren ist jederzeit von einem Verluste an mechanischer Kraft begleitet, weil es die Riemen nicht so fest an die Scheiben anhaften lässt, als dies der Fall sein sollte; was aber von hauptsächlichster Bedeutung ist, das ist der Umstand, dass das Schütteln der Dynamo einen vollständig guten Contact zwischen dem Stromsammler und den auf ihm schleifenden Contactbürsten verhindert.

Wir werden später auf die Wichtigkeit dieses Contactes zurückkommen.

Nehmen wir daher als Princip an, dass jede wie immer geartete Dynamo fest verankert werden muss und gehen wir auf die Fundirung derselben über.

Wie bekannt, spielt die Erde als ein verhältnissmässig guter Leiter der Elektricität eine wichtige Rolle. Diese Eigenschaft, welche in der Telegraphie von unschätzbarem Vortheile ist, kann zu Zwecken der elektrischen Beleuchtung nicht dienstbar gemacht werden, da sie zu unverlässlich ist. Da wir sie aber nicht verwerthen können, müssen wir auch suchen, ihren störenden Einfluss zu vermindern oder ganz aufzuheben. Die Erde ist stets mit Elektricität geladen, die sich mit irgend einem Pole der Dynamo auszugleichen sucht; hat man noch dazu Dynamos, die schlecht isolirt sind, und die ihren Strom theilweise an die Metallbestandtheile der Maschine abgeben, so muss man sich hüten, dieselben mit der gut leitenden Erde in Verbindung zu bringen, da sonst zu grosse Stromverluste entstünden.

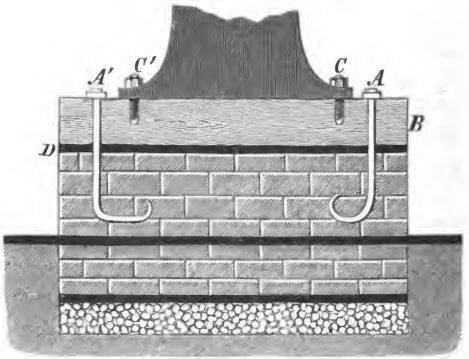
Eine gute Fundirung ist folgende:

Der Boden wird auf eine Tiefe von 50 Centimeter ausgegraben und mit einer 25 Centimeter hohen Beton-

Digitized by Google

schicht bedeckt. Auf den Beton kommt ein Centimeter guter Asphalt, und auf diese Schicht wird aus trockenen, womöglichst glasirten Backsteinen ein 28 Centimeter hohes Mauerwerk aufgeführt, das wiederum mit einem Centimeter Asphalt derart bedeckt wird, dass diese Schicht mit dem Fussboden in gleicher Höhe liegt (siehe Fig. 47). Hierauf wird erst die eigentliche Fundirung in gewünschter Höhe aus Mauerwerk aufgeführt, in welche

Fig. 47.



die Bolzen AA', welche den Holzrahmen B halten, mit langsam trocknendem Portland-Cement eingelassen werden. Auf den Holzrahmen, der am besten aus recht trockenem Eichenholz oder aus fettem, harzigem Fichtenholz gewählt wird, kommt die Dynamo zu stehen. Der Rahmen muss eine solche Dicke haben, dass die Senkschrauben CC' der Dynamo unter keinen Umständen das Mauerwerk berühren. Zwischen dem letzteren und den Schraubenenden soll wenigstens 2 Centimeter Holz sein. Der Holz-

Digitized by Google

rahmen wird von dem Mauerwerk durch eine Asphaltschicht oder durch Dachpappe, oder aber in besonderen Fällen durch eine Hartgummiplatte *D* isolirt.

Ob die Dynamo nun gross oder klein, hoch oder nieder ist, soll sie in jedem Falle genügend vom Fussboden erhaben sein, damit man den Stromsammler und die Contactbürsten gut handhaben könne. Unter 50 Centimeter Höhe soll man nie hinabgehen, doch auch nicht über 70 Centimeter hinaus, da in diesem Falle ein Auswechseln des Stromerzeugers mit Schwierigkeiten verbunden wäre.

Die Fundirung muss auf allen vier Seiten 10 Centimeter breiter sein, als die Basis der Dynamo. Das Mauerwerk wird mit Cement verputzt und polirt, so dass der Cement hart wird und nicht abfällt. Beim Trocknen der polirten Schicht muss man darauf sehen, dass dasselbe nicht zu rasch geschehe, da der Cement leicht springt. Man muss ihn daher sehr oft befeuchten und recht langsam trocknen lassen.

Ein Bemalen oder Anstreichen des Holzrahmens ist nicht räthlich, wohl aber kann man ihn mit Oel einlassen. Jedenfalls muss er glatt gehobelt sein, damit man ihn leicht reinigen könne. Die Construction des Rahmens entspricht der Gestalt der zu verschraubenden Platte. Gewöhnlich wendet man die Form ⊓⊔ an. Die leeren Zwischenräume der verfalzten Hölzer dürfen nicht mit Mauerwerk ausgefüllt werden.

* * *

Die Spannung der Dynamo. Bei Anlage einer Glühlichtbeleuchtung entscheide man sich für Lampen von einer Spannung zwischen 90 und 110 Volts, weil die-

Digitized by Google

selben die ökonomischesten sind. Andernfalls kann man bis auf 40 Volts heruntergehen.

Höhere Spannung als 110 Volts ist unnütz, weil die bis jetzt fabricirten Glühlampen über diese Spannung nicht hinausgehen. Man könnte zwar eine Dynamo nehmen, deren Spannung erlaubt, die Lampen paarweise, also zu je zweien hintereinander zu schalten, aber dieses Princip ist nicht anzuempfehlen, weil es immer besser ist, jede einzelne Lampe selbstständig brennen zu lassen, als eine von der anderen abhängig zu machen.

Ausserdem kommt noch die Gefährlichkeit einer hohen Spannung in Betracht zu ziehen. Es haben zwar einige Forscher nachgewiesen, dass selbst eine Spannung von 200 Volts noch keinen schädlichen Einfluss auf das Leben des Menschen habe; wir erlauben uns aber als Praktiker dieser Behauptung entgegenzutreten.

Die Gefährlichkeit des elektrischen Stromes für den Organismus des Menschen hängt viel von dessen Vertrautheit mit dem Strome ab. Ein Elektriker, der gewohnt ist, mit Dynamos umzugehen, erträgt auch eine Spannung von 200 Volts ohne nennenswerthe Beschwerde, während andere, kräftiger veranlagte, aber mit dem elektrischen Strom nicht vertraute Individuen Schmerzen im ganzen Körper, besonders aber in den Armen und Beinen verspüren und den erhaltenen Schlag noch wochenlang nachfühlen.

Es ist auch grundverschieden, ob man einen elektrischen Schlag wissentlich oder aber unvorbereiteterweise erhält. Bereitet man sich darauf vor, eine gewaltsame Commotion zu erleben, schwächt sich auch die Wirkung des elektrischen Schlages bedeutend ab. Erhält man denselben aber, ohne auf dessen aussergewöhnliche

Digitized by Google

und seltsame Einwirkungen gerüstet zu sein, genügt oft eine sehr geringe Spannung, um Lähmungen der Zunge, Verrenkungen der Muskeln, ja sogar einen Herzschlag herbeizuführen. Zu den contractirenden Wirkungen des elektrischen Stromes gesellt sich auch noch der Schreck, und der letztere vollendet das, was ein Strom geringer Spannung allein zu schaden unfähig ist.

110 bis 120 Volts ist eine Spannung, die weder die Muskeln zusammenzieht, noch anderweitig auf den menschlichen Organismus schädlich einwirkt. Wir würden Niemandem rathen, mit höherer Spannung Experimente an sich oder an Anderen zu machen; es sind schon Viele damit recht übel angekommen.

Die Spannung einer Dynamo verändert sich mit der Veränderung ihrer Drehungsgeschwindigkeit. Wie wir wissen, wird die elektromotorische Kraft einer Dynamo erregt durch die Bewegung des zwischen den Polen der Elektromagnete befindlichen Stromerzeugers; diese Kraft oder besser gesagt, diese Spannung ist daher in directem Verhältniss zur Geschwindigkeit dieser Bewegung. Nimmt die letztere zu, so wird auch die Spannung zunehmen, bis sie nicht ein gewisses Maximum erreicht hat, über welches hinaus die Stromproduction gänzlich aufhört.

Da man nicht immer reguläre Motoren zur Verfügung hat und es selbst bei den besten vorkommen kann, dass die Umdrehungsgeschwindigkeit in einem gegebenen Punkte ihr gewöhnliches Mass überschreitet, so muss man den Strom selbst reguliren.

Dieselbe Nothwendigkeit existirt auch, wenn der äussere Widerstand der Dynamo in irgend einer Weise verändert wird. Nehmen wir an, die Umdrehungsgeschwindigkeit des Stromsammlers bleibe constant, es würden

Digitized by Google

aber von 100 mit Strom gespeisten Lampen die Hälfte ausgelöscht, so wird sich die Spannung des Stromes erhöhen trotz constanter Geschwindigkeit, weil der äussere Widerstand (jener der Lampen) verändert wurde. Es muss also auch hier wieder der Regulator eingreifen.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Dynamo soll so langsam als möglich gewählt werden. Es ist noch nicht so lange her, dass man Dynamos fabricirte, welche 2400 bis 3000 Umdrehungen in der Minute machten. Es waren dies zumeist kleine Maschinen, deren Leistung nicht über 10 bis 12 Ampères hinausging. Man ging dabei von der falschen Voraussetzung aus, dass je kleiner die Leistung der Dynamo gefordert werde, desto kleiner auch die räumlichen Dimensionen derselben sein müssten. Die leidige Sparsucht hatte auch hierin ihr Spiel, nur lieferte sie auch hier, wie in allen anderen elektrischen Angelegenheiten, sehr ungünstige Resultate.

Heute schwankt die Umdrehungsgeschwindigkeit der Dynamos zwischen 700 und 1200, was wohl auch noch schnell genug ist, aber bei schweren rotirenden Körpern auf deren gleichmässige Umdrehung einen vortheilhaften Einfluss ausübt.

Das Bestreben der Fabrication von heute geht dahin, Dynamos mit möglichst geringer Umdrehungsgeschwindigkeit und möglichst starker Intensität zu schaffen. Die steam-dynamo Edison's hat bei 350 Umdrehungen in der Minute 700 Ampères Intensität; eine kleinere Dynamo, für Rechnung der englischen Regierung geliefert, hat bei 300 Umdrehungen 200 Ampères Intensität. Es ist leicht begreiflich, dass bei solchen bedeutenden Stromkräften der rotirende Theil der Dynamo sehr schwer und die Spannung des Stromes verhältnissmässig gering

Digitized by Google

ausfallen wird. Das letztere ist unser Fall. Bedeutende Leistung und geringe Spannung, das ist es, was wir bei einer Beleuchtung für häusliche Zwecke von einer Dynamo verlangen.

Die Elektromagnete. Indem wir die Theorie der Elektromagnete als unseren Lesern hinlänglich bekannt voraussetzen, wollen wir dieselben hier nur deswegen erwähnen, weil die Wichtigkeit ihrer Isolirung zumeist unterschätzt wird. Gewöhnlich werden die Windungen der Elektromagnete aus solchem Draht hergestellt, der einfach mit Baumwolle umsponnen und mit irgend einer Isolirmasse getränkt ist. Die Isolationsfähigkeit solchen Drahtes ist zumeist sehr schwach und man trifft es sehr häufig an, dass ein geringer Bruchtheil des Stromes in dem Eisenkern der Elektromagnete abgeleitet wird. Diese Kerne stehen aber mit der ganzen Metallmasse der Dynamo in inniger Verbindung, und da dieselbe gewöhnlich auch mit der Erde in Verbindung steht, wird der in Rede stehende Stromtheil auch zur Erde abgeleitet.

Solcher Eventualität kann, wie wir später beschreiben werden, durch eine gute Fundirung und durch eine complete Isolirung der Dynamo vom Erdboden theilweise abgeholfen werden. Ist dies aber nicht der Fall, treten im Betriebe der elektrischen Anlage bald solche Störungen ein, welche die Isolirung der Dynamo unausweichlich erheischen, wenn dieselbe nicht den Dienst versagen soll.

Nehmen wir ein concretes Beispiel, wie solches dem Verfasser Dieses in einer der grössten Beleuchtungsanlagen des Continentes begegnet ist.

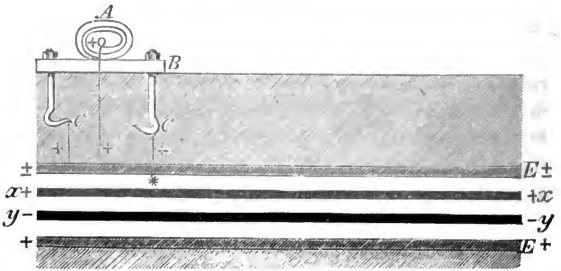
In beigegebener Figur 48 sei *A* die Drahtwindung des Elektromagneten, deren Isolirung unzureichend ist.

Digitized by Google

Der Strom verliert sich in die Base *B* der Dynamo und diese steht durch die Mauerbolzen *CC* mit der Erde in Verbindung. Nahe an der Dynamo befindet sich ein Röhrenleiter in der Erde. *E* ist das Rohr aus Gusseisen, in welchem sich die von einander isolirten Kupferstangen *x y* befinden, von welchen eine negativen (—), die andere positiven (+) Strom fortleitet.

Die Eisenröhre, welche die Stangenleiter umgiebt, spielt die Rolle eines Condensators. Da aber die Röhre

Fig. 48.



unter gewöhnlichen Umständen sowohl vom positiven als auch vom negativen Strome geladen wird, heben sich die Wirkungen beider Ströme auf und die von der Leydener Flasche her bekannte Erscheinung wird nicht statthaben.

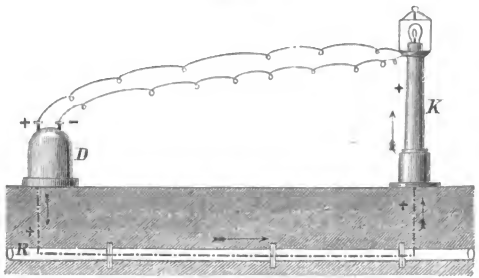
In unserem Falle aber findet doch eine Ladung statt, deren Wirkung fühlbar wird. Nehmen wir an, der von den fehlerhaften Elektromagneten kommende Strom sei positiven Sinnes. Es wird daher auch die mit ihm durch eine kurze Spanne Erde in directe Verbindung stehende Eisenröhre positiv elektrisirt werden.

Digitized by Google

Nun sucht der in der Eisenröhre eingeschlossene negative Leiter *y* die Eisenröhre in positivem Sinne zu laden. Da diese ohnedies schon von den Elektromagneten aus positiven Strom bekommt, treten an diesem Pole keine störenden Wirkungen auf.

Etwas Anderes aber ist es mit dem positiven Leiter *x*. Derselbe sucht die Eisenröhre in negativem Sinne zu laden, wird aber hierin von dem positiven Strome gehindert, der von den Elektromagneten aus in die Röhre

Fig. 49.



geleitet wird. Zwischen beiden Strömen entsteht nun ein Kampf, der damit endet, dass sich der dünne Kupferleiter erwärmt und schliesslich durchschmilzt. In unserer Abbildung ist die Schmelzstelle mit einem * bezeichnet.

Ganz genau derselbe Fall wird eintreten, wenn die beiden Leiter auch nicht in einer Metallröhre eingeschlossen sind. Hiefür wieder ein concretes Beispiel. Es sei (Fig. 49) *D* die Dynamo, welche ihrer fehlerhaften Elektromagnete wegen mit der Erde in Verbindung steht. Ein ganz in der Nähe der Dynamo vorbeiziehendes Dampf- oder Wasserleitungsrohr *R* nimmt den von der Dynamo

Digitized by Google

kommenden Strom auf und leitet ihn fort. Ungefähr 30 Meter von der Dynamo begegnet das Rohr einem eisernen Kandelaber *K* und theilt auch diesem Strom mit. Zum Kandelaber führen von der Dynamo aus zwei Drähte zu einer Lampe. Es wird nicht lange dauern, werden beide Drähte durchschmelzen, und zwar blos deswegen, weil sie an das Eisen des Kandelabers anrühren.

Dieser Vorgang ist leicht zu verfolgen. Nehmen wir an, der von der Dynamo aus in die Erde gehende Strom sei positiven Sinnes, folglich wird auch Röhre und Kandelaber positiven Strom führen. Der an den Kandelaber anrührende negative Leitungsdraht sucht den Kandelaber in positivem Sinne zu laden, er thut also keinen Schaden. Der positive Draht aber sucht den Kandelaber negativ zu laden, wird sich bei diesem Bestreben erhitzen und verbrennen. Es bleibt nun noch der negative Draht über. Dessen Ladungsfähigkeit ist gering, er wird daher mit dem Kandelaber die Rolle vertauschen und von diesem geladen werden. Nun sucht aber der Kandelaber, als selbständiger Leiter in Action getreten, den Draht in negativem Sinne zu laden, während der Draht ebenfalls das Bestreben hat zu laden, und zwar in positivem Sinne. Es wiederholt sich wieder eine Ausgleichung des Potentials und der negative Draht schmilzt ebenso durch, wie es früher mit dem positiven geschehen war.

Die hier angeführten Beispiele werden genügen, um nachzuweisen, wie wichtig eine gute Isolation der Elektromagneten ist. Ist sie aber einmal schlecht, so isolire man die ganze Dynamo von der Erde und entferne alle guten Leiter aus ihrer unmittelbaren Nähe. Das erstere ist leicht möglich, das letztere selten. Was dann noch

Digitized by Google

helfen kann, das ist eine ausserordentlich gute Isolation der Leitungen selbst.

Der Stromerzeuger. Wenn sich ein geschlossener metallischer Leiter zwischen den Polen eines Magneten dreht, werden in diesem Leiter elektrische Ströme erzeugt, welche man Inductionsströme nennt. Einen solchen geschlossenen Leiter bildet in der Dynamomaschine der Stromerzeuger (auch „Anker" genannt), welcher in sich selbst einen Elektromagneten bildet.

Die Dynamo besteht aus zwei Haupttheilen: einem festen Elektromagneten, welcher beliebige Formen hat, und einem beweglichen, rotirenden Elektromagneten, welchen die Engländer ganz bezeichnend „armature", wir aber „Stromerzeuger" nennen, weil in diesem beweglichen Theile der Dynamo der Strom erzeugt wird, welcher nicht nur die feststehenden Elektromagnete, sondern auch die äusseren Leitungen speist.

Mag nun die Form des Stromerzeugers welche immer sein, sei sie nun ein Ring oder ein Cylinder, immer aber wird derselbe aus einem Kern von weichem Eisen bestehen, um welchen die Drähte gewickelt sind, welche in den Stromsammler ausmünden. Beim Betriebe der elektrischen Anlage ist vorzüglich darauf zu sehen, dass sich die Drähte der Armatur nicht erhitzen. Die Ursachen dieser Erwärmung sind zumeist Ueberladung der Maschine, zu grosse Umdrehungsgeschwindigkeit oder ein fehlerhafter Contact zwischen den Drähten und den Barren det Stromsammlers.

Falls eine solche Erwärmung eintritt, ist der Betrieb der Dynamo sofort einzustellen. Ist dieselbe noch ganz neu, thut man am besten, den Stromerzeuger jener Fabrik zurückzuschicken, aus welcher er hervorgegangen. Tritt

Digitized by Google

der beregte Umstand aber nach mehrmonatlichem Betriebe ein, mag man sicher sein, dass irgendwo ein Fehler aufgetreten ist, dessen schleunige Beseitigung im Interesse der ganzen Anlage ist.

Hat man die Dynamo zum Stillstande gebracht, untersuche man vor Allem die Leitungen. Erst dann wenn man sich davon überzeugt hat, dass dieselben tadellos sind und keinen kurzen Schluss aufweisen, mag man an die Untersuchung des Stromerzeugers selbst gehen. Dieselbe hat sich vor Allem mit den Löthstellen zu befassen. Sind dieselben nicht gelockert, untersuche man, ob die Isolirung der Drähte eine vollkommene ist, da es leicht vorkommen kann, dass dieselbe während des Betriebes schadhaft geworden ist. Hat man auch hier nichts Verdächtiges gefunden, wende man sich zum Stromsammler, von dem hier sofort die Rede sein soll.

Jeder Stromerzeuger erwärmt sich, doch darf diese Wärme nur eine geringe sein. Sie soll sich beinahe stetig auf demselben Grade erhalten und darf allenfalls nur sehr langsam zunehmen. Jede plötzliche Erwärmung oder aber rasch zunehmende Erhitzung ist Zeichen eines Fehlers. Man thut gut, sich mit einem Reserve-Stromerzeuger zu versehen, um in einem solchen Falle den Betrieb der Anlage rasch wieder fortsetzen zu können.

Der Stromsammler. Das Heiklichste an einer Dynamomaschine ist der Stromsammler, von den Amerikanern „Commutator", von den Franzosen „Collecteur" genannt. Derselbe besteht aus einer Anzahl von Kupferbarren, die zwischen 25 und 75 variirt. Diese Barren sind mit den Drähten oder Spulen des Stromerzeugers verbunden und sind untereinander isolirt. Wir können hier, wie schon mehrfach bemerkt, auf die Theorie dieses Stromsammlers

Digitized by Google

nicht eingehen, sondern müssen uns damit begnügen, den Praktiker auf die hohe Wichtigkeit dieses Stromsammlers aufmerksam zu machen.

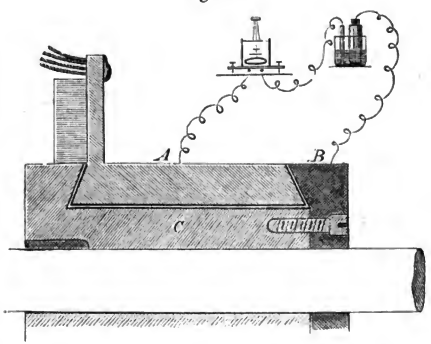
Ausser jenen Theilen der Dynamo, welche sich durch die fortwährende Reibung abnützen können, als: Lager, Axe, Riemscheibe, ist es besonders der Stromsammler, welcher einer raschen Abnützung ausgesetzt ist und es muss sich daher das ganze Augenmerk des Maschinenwärters darauf richten, diese Abnützung so viel als möglich zu hintertreiben. Bei unverständiger, fahrlässiger Wartung kann ein Stromsammler in einigen Monaten schon unbrauchbar werden, während er bei sorgfältiger Behandlung viele Jahre hindurch dauern mag.

Bei Aufstellung einer Dynamo möge man vor Allem prüfen, ob die Isolirung der Barren des Stromsammlers eine vollständige sei. Es kommt sehr häufig vor, dass dies nicht der Fall ist; solches Fabricat soll daher gleich von vorneherein refusirt werden. Die Prüfung auf gute Isolirung ist eine leichte Sache, wenn man eine elektrische Batterie und ein halbwegs empfindliches Galvanoskop zur Verfügung hat. Solches soll jeder Elektrotechniker mit sich führen; bei grösseren Einrichtungen verlangt man von selbem auch empfindlichere Instrumente, als: Galvanometer, Multiplicator und Condensator, mit welchen die Prüfung umso leichter und genauer wird. Am allerbesten ist es freilich, nur von bewährten Firmen Dynamos zu kaufen, da man hierbei sicher ist, nur gut isolirte Stromsammler zu bekommen; da aber die leidige Sparsamkeit manchen Clienten in die Arme unbekannter, jedoch billig arbeitender Lieferanten treibt, muss der Installateur jederzeit bereit sein, solches Fabricat auf seine Güte zu prüfen.

Digitized by Google

Fig. 50 zeigt uns die Kupferbarre *A* des Stromsammlers, welche durch die Haube *B* auf dem Commutatorcylinder *C* festgehalten wird, welch letzterer aus Eisen besteht. *A* ist von *B* und *C* isolirt. Das hier in Anwendung kommende Material bestimmt die Güte des Stromsammlers. Zumeist verwendet man hierzu Mica oder Asbestpapier. Von dem Verfasser angestellte Versuche haben ergeben, dass Asbestpapier eine zehnfach höhere

Fig. 50.



Isolationsfähigkeit besitzt, als die brüchige Mica (Glimmer), deren dünne Blätter mit einer Art von isolirendem Kitt zusammengelegt werden müssen, um die gewünschte Dicke zu erhalten. Ist dieser Kitt nicht ausserordentlich gut gemacht, sinkt die Isolationsfähigkeit der Mica noch mehr herunter.

Asbestpapier hat den Nachtheil, dass es Feuchtigkeit annimmt. Es ist selten möglich, die Dynamo in einem absolut trockenen Raume aufzustellen, und selbst wenn dies der Fall wäre, ist es wieder das von den Wellen-

Digitized by Google

lagern auf den Commutator geschleuderte Oel, welches dem Asbestcarton gefährlich wird. Es ist daher besser, auf dieses Isolationsmaterial trotz seiner anerkannten Güte aus dem einfachen Grunde zu verzichten, weil es Lufteinflüssen ausgesetzt ist.

Der Installateur hat nun die Güte dieses Isolationsmateriales zu prüfen. Es bedarf hierzu, wie gesagt, eines äusserst empfindlichen Instrumentes und einer genügend starken Batterie. Die beigegebene Figur zeigt dem Laien die Art und Weise, wie die Batterie mit dem Galvanometer und dem Stromsammler verbunden werden muss.

Die schlechte Isolirung der Barren vom Commutatorhefte ist typisch für manche Dynamo, besonders für jene, wo die Barren (auch „Sectoren" genannt) auf das Heft aufgeschraubt sind, ohne blos einfach durch eine Haube festgehalten zu sein.

Fehlerhaft ist bei manchem Stromsammler auch die Verbindung der vom Stromerzeuger kommenden Drähte mit den Barren. Am besten ist es, wenn die Drähte in den Barren eingelöthet sind. Ueberall dort, wo dies nicht der Fall ist und wo die Drähte oder, besser gesagt, die Inductionsspulen blos durch Schrauben auf den Barren festgehalten werden, ist eine Lockerung dieses Contactes unausweichlich. Ein ungenügender Contact am Stromsammler ist eine der gefährlichsten Eventualitäten für denselben. Zuerst ruft er Funken an den Stromabnehmern hervor, verbrennt dieselben; die mit der schadhaften Contactstelle in Verbindung stehende Barre nützt sich rapid ab, bis endlich und schliesslich der ganze Stromerzeuger unbrauchbar geworden ist.

Ist die Dynamo einmal im Gange, muss man darnach trachten, die Isolirung der Barren auch vollkommen

Digitized by Google

zu erhalten. Es ist unvermeidlich, dass Oel und Kupferstaub auf den Stromsammler geschleudert werde, und manchmal genügt schon ein kleines Tröpfchen Oel und ein Bischen Metallstaub, um zwischen zwei Barren eine Verbindung herzustellen, welche den ganzen Stromerzeuger gefährden kann.

Reinlichkeit, scrupulöse Reinlichkeit, das ist das grosse Geheimniss der guten Function einer elektrischen Maschine.

Es ist ein grosser Irrthum zu glauben, eine Dynamo gehe ganz allein und brauche keine Wartung. Sie braucht ebenso viel, wenn nicht noch mehr Sorgfalt als jede andere Maschine. Es ist zwar nicht selten, Dynamos anzutreffen, die 16 bis 18 Stunden täglich ununterbrochen im Gange sind, und die sich ganz und gar selbst überlassen bleiben, aber lange dauern solche Maschinen nicht. Vielleicht können sie es ein Jahr hindurch so fortmachen, dann aber ist es auch mit dem Stromsammler zu Ende; er ist vollkommen abgenützt, durchgerieben und verbrannt, während er bei sorgfältiger Wartung wohl an die zehn Jahre gedauert hätte.

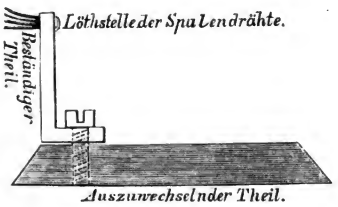
Die Anzahl der Barren am Stromsammler ist je nach der Leistung und Construction der Dynamo sehr verschieden. Anzuempfehlen sind Stromsammler mit möglichst viel Sectoren, weil sich auf ihnen weniger Funken bilden als auf solchen, welche nur wenige, aber breite Barren haben.

Das Material, aus welchem letztere hergestellt werden, soll möglichst rein sein. Da sich aber reines Kupfer schlecht bearbeiten lässt und auch zu weich ist, wendet man in neuerer Zeit Phosphorbronze oder anderes gut leitendes hartes Metall an.

Digitized by Google

Wenn der Stromsammler abgenützt ist, kann man ihn gegen einen neuen umtauschen. Doch muss man sich hierbei sehr in Acht nehmen. Es giebt Dynamos, bei welchen der Collector so angeordnet ist, dass die Spulendrähte von demselben einfach losgeschraubt und auf einen andern aufgeschraubt werden können. Solche Anordnung ist aus dem schon vorhin angegebenen Grunde, des schlechten Contactes wegen, nicht anzuempfehlen. Man hat diesen Uebelstand dadurch zu umgehen gesucht, dass man die Barren in zwei Theile theilte. In dem einen

Fig. 51.



werden die Drähte eingelöthet, so dass bei dem Commutatorwechsel die umständliche Operation des Los- und Wiedereinlöthens der Spulendrähte entfällt. Dieser mit den Drähten verbundene Theil, welcher keiner Abnützung ausgesetzt ist, wird auf den auszuwechselnden Theil aufgeschraubt (Fig. 51).

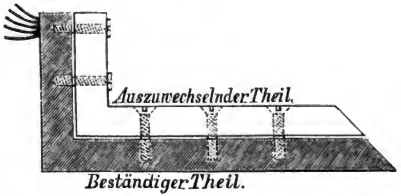
Die Sache wäre also sehr bequem, die Auswechslung ginge rasch von statten, wenn nur dadurch auch ein guter Contact zwischen den zusammengeschraubten Theilen erzielt würde. Derselbe ist aber geradezu unmöglich. Für einige Zeit bleibt er vielleicht tadellos, später aber lockert die Centrifugalkraft die Schrauben und es treten alle

Digitized by Google

Unannehmlichkeiten eines schlechten Contactes: Erhitzung des Stromerzeugers, Funkenbildung am Stromsammler u. s. w. zu Tage. Es empfiehlt sich daher, wenn der Stromsammler ausgewechselt werden soll, eine solche Construction zu wählen, bei welcher die Barren aus einem einzigen Stück bestehen, in welche die Spulendrähte eingelöthet, nicht aber eingeschraubt werden.

Edison hat die Möglichkeit der Schraubenlockerung dadurch zu umgehen gesucht, dass er die Commutatorbarren ihrer ganzen Länge nach in zwei Theile, in einen

Fig. 52.



beständigen und in einen auszuwechselnden theilte. Die Flächen beider Theile werden spiegelblank polirt, vergoldet und wieder abpolirt, so dass die aufeinander zu liegenden Flächen sich innig berühren. Die Theile werden durch fünf Schrauben mit scharfem Gewinde ihrer ganzen Länge nach festgehalten, was wohl genügt, um einer eventuellen Lockerung vorzubeugen (Fig. 52).

Die Wichtigkeit eines guten Contactes besteht nicht nur für die Barren des Stromsammlers und den Spulendrähten, sondern auch für die Stromabnehmer, von deren Construction später die Rede sein wird. Die letzteren haben die Aufgabe, den im Stromsammler zu Tage

Digitized by Google

tretenden Strom abzunehmen und in die Leitungen gelangen zu lassen. Drücken nun die Stromabnehmer nicht genügend auf, so werden sich zwischen Stromsammler und -Abnehmer kleine Lichtbogen in Form von blauen Funken bilden.

Es ist dies ein offenbarer Verlust, da der Strom, nicht genügenden Ausweg findend, schon an der Maschine seine Kraft in Arbeit, d. h. in Licht und Wärme umsetzt, während er dies doch ausschliesslich nur in den Lampen thun sollte. Ausserdem greifen diese Funken ihrer ausserordentlich hohen Temperatur zufolge auch das Metall des Stromsammlers, sowie die Abnehmer an, verbrennen dieselben und nützen die Dynamo in rapider Weise ab.

Die Stromabnehmer. Die Stromabnehmer bestehen in den meisten Fällen aus dünnem Kupferblech, welches in mehreren Lagen zusammengestellt und mit Längseinschnitten versehen wird, so dass die Enden aus mehreren federnden Zungen bestehen.

Bei den Constructionen Gramme und Edison sind die Stromabnehmer (auch schleifende Contacte genannt) aus Kupferdraht hergestellt und werden in Folge dessen auch „Besen" oder „Bürsten" genannt. Bei Herstellung derselben wird der blanke, beiläufig $^9/_{10}$ Millimeter im Durchmesser habende Kupferdraht zwischen zwei sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Rollen eingespannt und auf diese Weise gerade gestreckt. Nachdem er auf die gewünschte Länge geschnitten worden war, wird er in länglichen Formen zusammengestellt und mit den Enden in Schnellloth getaucht. Das eine Ende präsentirt auf diese Weise ein festes metallisches Ganze, während das andere Ende sich besenartig auf den Stromsammler auflegt (Fig. 53).

Digitized by Google

Es ist leicht begreiflich, dass diese Art von Stromabnehmer vortheilhafter ist als die Kupferbleche, welche weniger Elasticität besitzen und mit ihren scharfgeschliffenen Enden den Stromsammler leicht angreifen.

Der Stromabnehmer soll weder zu straff auf dem Stromsammler aufliegen, da er sonst Furchen in den Sammler einschneidet, noch soll er zu leicht aufliegen, weil er sonst von dem immer etwas excentrisch rotirenden Stromerzeuger zur Seite geworfen und hierdurch ein ungenügender Contact etablirt würde.

Wir haben bis jetzt keine besseren Bürstenhalter, als jene, welche uns Fig. 54 und 55 veranschaulichen.

Fig. 53.

Die „Bürsten", wie wir die Stromabnehmer kurz nennen wollen, werden durch Schrauben *H* in einem Gehäuse aus Bronze *F* festgehalten. Es genügt, die Schraube *H* lose zu machen, um die Bürsten nach Belieben vor- oder rückwärts zu stellen. Dieses Gehäuse ist auf einen Arm *L* aufgegossen, welcher an seinem nasenförmigen Ende eine Nute für eine Stahlspiralfeder *D* trägt. Die Spirale ihrerseits endigt in der Stellschraube *K*, die in dem Gewinde des festen Armes *E* geht. Der Arm *L* ist ein Theil des massiven Bronzecylinders *C*, der auf der Stromableitungsstange *A* ruht. *E* ruht ebenfalls auf dieser Stange auf, ist aber fest. Wird nun vermittelst der Stellschraube *K* die Spirale *D* regulirt, so wird der bewegliche Arm *L* und der mit ihm verbundene Cylinder *C*, also auch *F* und die Bürste

Digitized by Google

eine Bewegung nach auf- oder nach abwärts machen, je nachdem die Spirale angezogen oder nachgelassen wird.

Fig. 54.

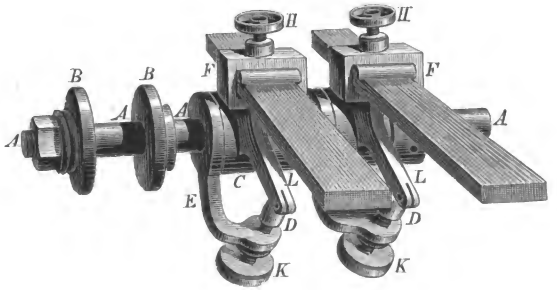
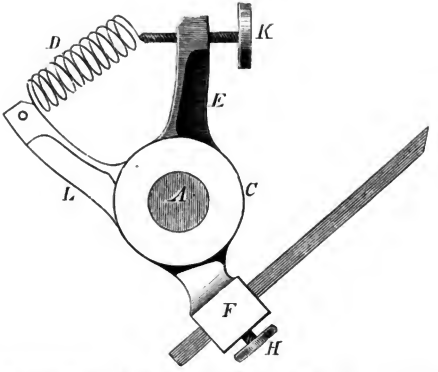


Fig. 55.



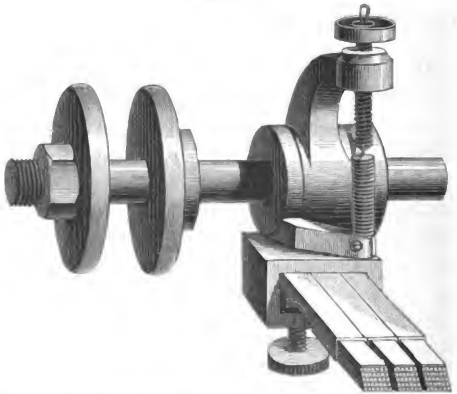
Eine bessere Art von Bürsten, welche zur Abnahme bedeutender Stromquantitäten dient, ist die in Fig. 56 dargestellte. Dieselbe besteht aus drei Theilen, welche

Digitized by Google

wie die anderen Bürsten an ihrem Ende verlöthet sind. Sie ruhen in einem messingenen Gehäuse, respective in einer Coulisse, in welcher sie nach Belieben vor- oder rückwärts geschoben werden können. Der hauptsächlichste Zweck dieser Anordnung ist, das besenförmige Ausbreiten

Fig. 56a.

Fig. 56b.



der Bürstendrähte zu verhindern, was auch dadurch erreicht wird, dass zwischen je eine Horizontallage von Drähten ein dünnes Kupferblech zu liegen kommt.

Das über diese Bürsten (Arrangement Edison) und deren Anordnung Gesagte erhellt noch besser aus den beigegebenen Abbildungen (Fig. 56a und 56b).

Digitized by Google

Wenn wir auch noch so vollkommene Stromabnehmer besässen, wäre es dennoch unmöglich, ohne etwas Nachhilfe einen guten Contact sicherzustellen. Zwei Metallflächen, welche aneinander reiben, ohne geölt zu sein, werden rauh und rissig. Den Stromsammler aber darf man nicht ölen, da das Oel zwischen den einzelnen Barren elektrische Verbindung herstellen würde. Schleifen nun die Bürsten auf rauhen, unebenen Flächen, werden sich dieselben rapid abnützen, gleichsam als wenn sie mit einer groben Feile bearbeitet worden wären.

Dieses Rauhwerden des Stromsammlers muss um jeden Preis verhindert werden. Man polirt daher mit feinem Glas- oder Schmirgelpapier die Collectorfläche ab und wiederholt diese Procedur während des Betriebes der Dynamo so oft, als sich der Collector rauh anfühlt. Hat man den Collector glatt polirt, kann man ihn auch mit einem kleinen geölten Lappen einmal überfahren, um die Reibung der Bürsten hintanzuhalten, doch muss man dieses Verfahren jede Viertelstunde wiederholen. Das wenige Oel, welches auf den Collector gekommen, verbrennt zu ausserordentlich feinem Russe, der sich an den Bürsten und an den Barren ansetzt und den metallischen Contact zwischen Bürsten und Collector gefährdet. Man muss daher mit etwas Baumwolle sorgfältigst diesen Russ entfernen, den Collector abschmirgeln, und erst dann, wenn der Collector vollständig rein geworden ist, kann man wieder mit dem Oellappen beginnen.

Die Stellung der Bürsten muss sehr häufig verändert werden, damit sich der Collector gleichmässig abnütze. Bei kleineren Dynamos hat man blos ein Bürstenpaar, bei grösseren deren zwei oder drei. Würden

Digitized by Google

nun dieselben immer auf einer und derselben Stelle schleifen, müsste sich unvermeidlicherweise an den Angriffsstellen eine Vertiefung ergeben, welche den weiteren regelmässigen Gang der Dynamo sehr erschweren würde. Der Collector muss fortwährend cylindrisch und glatt polirt sein; das ist eine Anforderung, welche eine Grundbedingung für die Dauer und den guten Gang der Dynamo ist und stets im Auge behalten werden muss.

Der Regulator. Wie wir wissen, hat der Regulator den Zweck, die elektromotorische Kraft der Dynamo auf gleicher Höhe zu erhalten, was auch im äusseren Leitungskreise oder am Motor selbst vorgehen mag. Das Princip des Edison'schen Regulators (Fig. 57) besteht darin, den Strom der Elektromagnete durch ein schlecht leitendes Material, durch Neusilberdraht (german silver, fil Maillechort) zu leiten. Je längeren Weg der Strom in diesem schlechten Leiter zu machen hat, desto mehr wird er an Intensität verlieren; er lässt sich daher nach Belieben schwächer oder kräftiger machen, je nachdem man ihn einen längeren oder kürzeren Weg im Neusilberdraht durchlaufen lässt.

Der Strom tritt bei *A* (Fig. 57) in den Neusilberdraht *B* ein und verlässt denselben bei *C*. Damit hat der Strom auch den gesammten Widerstand des Regulators durchlaufen. An diesen Widerstand sind Kupferdrähte angelöthet, welche mit breiten Messingplatten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 verbunden sind. Diese Platten bilden ebenso viele Auswege für den Strom, der nur widerstrebend durch den Neusilberdraht geht.

Am Regulator befindet sich eine Kurbel mit einer Messingfeder *D*, welche mit *C* verbunden ist. Drückt nun die Feder *D* z. B. auf die Platte 4, so wird auch

Digitized by Google

der Strom, anstatt über *B* nach *C* zu gehen, sich über

Fig. 57a.

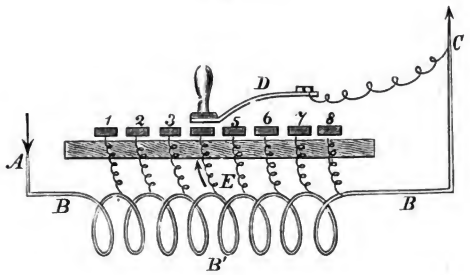
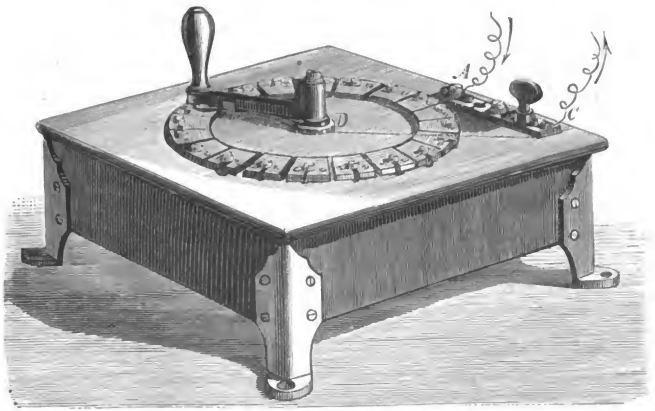


Fig. 57b.



E in den guten Leiter, in die Messingfeder *D* stürzen und von hier aus den Ausweg gewinnen.

Digitized by Google

Damit ein Regulator seinen Zweck vollständig erfülle, muss derselbe so empfindlich als möglich sein. Zu gleicher Zeit muss er aus gutem Material hergestellt sein, weil er sonst der Gefahr des Verbrennens ausgesetzt ist. Der durch den Regulator gehende Strom erwärmt die Drahtwindungen in desto stärkerem Masse, als Widerstand eingeschaltet wird. Sind die Drahtwindungen zu dünn, gerathen sie in's Erglühen, sind sie zu dick, verliert der Regulator seine Empfindlichkeit. Es muss daher auch auf die Construction des Regulators viel Sorgfalt verwendet werden, und muss dessen Widerstand mit der Stromkraft der Dynamo in richtigem Verhältniss stehen.

Es gibt viele automatische Regulatoren, von deren günstiger Wirkung bis jetzt noch nicht viel in die Oeffentlichkeit gedrungen ist. Die meisten haben das richtige Princip, den Strom, wenn er die gewünschte Spannung überschreitet, auf einen Elektromagneten oder aber auf ein oder mehrere Solenoïde wirken zu lassen, welche dann irgend ein Hebelwerk in Bewegung setzen, welches seinerseits Widerstände in den Strom einschaltet. Leider aber ist in vielen Constructionen die Ausführung dieses Principes mit so viel mechanischen Schwierigkeiten verbunden, dass schliesslich der Regulator höher zu stehen kommt, als die Dynamo selbst. Auch ist auf die treibende Kraft des Mechanismus, auf den Elektromagnetismus kein gewisser Verlass, da der remanente Magnetismus auf die Armaturen der Elektromagnete, die Inductionsströme aber auf die anderen Metalltheile des Regulators störend einwirken.

Andere automatische Regulatoren wirken ebenfalls mit Elektromagneten und Hebelwerk, und zwar auf die Bürsten. Die Stellung der Bürsten zum Stromsammler ist abhängig von der Stromstärke der Dynamo. Sie müssen

Digitized by Google

für den Normalstrom zwischen der neutralen Linie des magnetischen Feldes und den Punkten der Maximalstromstärke eingestellt werden, d. h. die Bürsten müssen als Abnehmer zweier entgegengesetzt gerichteten Ströme den Commutator an zwei genau gegenüberliegenden Punkten berühren, in welchen die Stromstärke gleich Null ist. Erhöht sich nun die Stromstärke, verschieben sich auch diese Punkte in der Richtung der Drehung, und der automatische Regulator ist nun dazu bestimmt, dieser Verschiebung mit den Bürsten nachzufolgen, und auf diese Weise die Stromstärke stets auf gleichem Masse zu erhalten.

Fig. 58

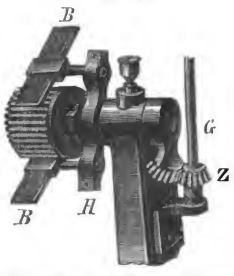


Fig. 58 zeigt uns die Anordnung des Maxim'schen Regulators. Die mit einem Räderwerk verbundenen, auf der Abbildung nicht ersichtlichen Elektromagnete bethätigen das Gestänge *G*, welches seinerseits durch eine Zahnübersetzung *Z* den Hebel *H* bethätigt, an welchem die Bürstenhalter *B* befestigt sind. Je nachdem nun das Gestänge sich auf- oder abbewegt, je nachdem beschreibt auch der Hebel *H* eine Bewegung um den Commutator und verschiebt die Bürsten in der Richtung dieser Bewegung. Ueber die praktischen Erfahrungen mit diesem Regulator ist nicht viel bekannt.

Ausser diesen auf Spannung und Stärke des Stromes direct einwirkenden Regulatoren giebt es noch welche, die auf die Geschwindigkeit des Motors einwirken. Ebenso wie bei den anderen Regulatoren, bethätigen auch hier in den Stromkreis eingeschaltete Elektromagnete ein

Digitized by Google

Hebelwerk, das aber in diesem Falle auf die Drosselklappe der Dampfeinströmung des Motors wirkt, und auf diese Weise die Geschwindigkeit der Dynamo mit der Stromstärke in Einklang erhalten soll. Diese Art von Regulatoren ist unpraktisch, weil ihre Wirkung zu spät eintritt. Ein elektrischer Regulator aber soll augenblicklich und energisch wirken, da ja die Wirkungen des elektrischen Stromes ebenfalls augenblickliche sind.

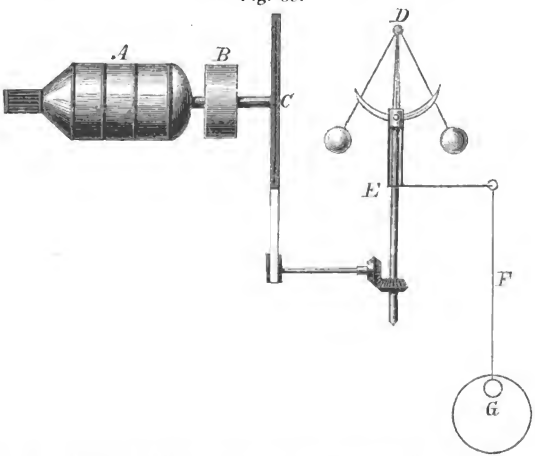
In einer der ersten Papierfabriken Frankreichs functionirt ein vom Verfasser dieses entworfener automatischer Regulator, welcher mit Hilfe der Centrifugalkraft des rotirenden Stromsammlers auf den Widerstandskasten direct einwirkt und bis jetzt ausgezeichnete Resultate ergeben hat. Uns lag hierbei die Erkenntniss zu Grunde, dass ein automatischer Regulator hauptsächlich nur jenen Spannungsveränderungen vorzubeugen habe, welche durch unregelmässige Geschwindigkeit der Dynamo entstehen können. Die durch Veränderung des äusseren Widerstandes entstehenden Spannungsdifferenzen können immer vorhergesehen und durch Regulirung mit der Hand am besten beseitigt werden. Etwas Anderes aber ist es mit den durch veränderte Geschwindigkeit hervorgerufenen Differenzen, weil dieselben die fortwährende Anwesenheit eines Wärters am Widerstandsregulator erheischen würden.

Wie aus Fig. 59 ersichtlich ist, befindet sich auf dem Stromsammler ausser der Riemscheibe *B* noch eine grössere *C*, welche den Regulator *D* in Bewegung setzt. Dieser bethätigt in *E* durch ein Gelenke das Gestänge *F*, welches durch ein Excenter *G* mit der Kurbel des Widerstandskastens in Verbindung steht. Wenn die Geschwindigkeit des Stromsammlers zunimmt, theilt sich dieselbe

Digitized by Google

zunächst dem Centrifugal-Regulator mit, welcher das Gestänge nach aufwärts zieht. Diese lineare Bewegung setzt sich durch das Excenter *G* in eine kreisförmige um und bewegt die Kurbel des elektrischen Regulators, auf diesem Wege die gewünschten Widerstände einschaltend. Nimmt die reguläre Geschwindigkeit des Stromsammlers ab, senkt sich das Gestänge, die Kurbel beschreibt einen

Fig. 59.



Weg nach rückwärts und schaltet dergestalt die Widerstände wieder aus.

Das Ganze ist sehr einfach und kann leicht hergestellt werden. Die Theile des Regulators sind weder vom Magnetismus noch von Inductionserscheinungen beeinflusst, was bei allen anderen mit Elektromagneten versehenen Regulatoren der Fall ist. Auch geschieht die Regulirung augenblicklich. Je länger die Hebelarme des

Digitized by Google

Regulators sind, desto empfindlicher wird derselbe. Der von mir construirte Regulator hat einen Weg von 20 Centimetern und wirkt auf einen mit 15 Messingplatten versehenen elektrischen Regulator vorhinbeschriebener Construction in zufriedenstellendster Weise. Am besten ist derselbe anzuwenden in Etablissements, wo mit hydraulischer Kraft gearbeitet wird, wo also die Schwankungen der Umdrehungsgeschwindigkeit sehr bedeutende sind.

Die Lampen.

Die Glühlampe, welche heute in die allgemeine Praxis übergegangen ist, besteht aus einem Glaskörper, in welchem ein Kohlenfaden eingeschlossen ist. Die Kohle ist ein schlechter Elektricitätsleiter und bietet dem Durchströmen des elektrischen Fluids einen grossen Widerstand. Um diesen Widerstand zu überwinden, muss der Strom eine Arbeit verrichten, welche sich in Wärme umsetzt. Je stärker der Strom ist, desto mehr Wärme entwickelt er in dem schlechten Leiter. Je mehr Widerstand der letztere hat, desto energischere Arbeit ist der Strom zu verrichten gezwungen, desto höhere Spannung muss er besitzen.

Der Strom, welcher mit verhältnissmässig hoher Spannung einen Kohlenfaden von grossem Widerstand durchströmt, wird die Kohle dermassen erwärmen, dass sie weissglühend wird. Diese Eigenschaft wurde zur Herstellung einer neuen Beleuchtungsart benützt, die sich bis jetzt als eine sehr gefährliche Concurrentin der bereits bestehenden Beleuchtungsarten bewährt hat. Damit aber der Kohlenfaden bei seinem Erglühen nicht sofort

Digitized by Google

verbrenne, verhindert man den Zutritt von Sauerstoff und schliesst die Kohle entweder in einen luftleeren Raum ein oder aber umgiebt sie mit einem Gase, welches die Verbrennung verhindert.

Die Glühlampe wurde für die häusliche Beleuchtung geschaffen. Ihre Lichtstärke durfte daher nicht jenes Mass überschreiten, welches langjährige Erfahrungen als Typus eines allen Anforderungen entsprechenden Lichtes festgesetzt haben. Das Licht durfte nicht zu weiss, nicht zu fahl ausfallen, es mussten in selbem alle Farben des Sonnenspectrums auffindlich sein. Es sollte ferner stetig sein, sollte nicht blenden, sollte keine Wartung nöthig haben und die Commodität der Gas- und Oelbeleuchtung ohne deren Nachtheile besitzen.

Bevor man die Kohle endgiltig als Hauptfactor der Glühlampe annahm, griff man zu verschiedenen anderen Materialien, und zwar zuerst zu den Metallen, weil sich dieselben leicht bearbeiten und in allen möglichen Formen dienstbar machen lassen. Edison hatte mit verschiedenen Legirungen Versuche angestellt und die seltensten und neuesten Metalle in den Kreis seiner Berechnungen gezogen, schliesslich kam er auf das Platin zurück und erwies, dass von allen Metallen nur dieses solche Eigenschaften besitzt, dass es der durch den elektrischen Strom erzeugten Hitze mit Erfolg widerstehen könne.

Leider aber bleibt das Platin immer ein Metall, d. h. ein ausgezeichneter Elektricitätsleiter, und um es zum Erglühen zu bringen, müsste ihm auf Kosten seines Querschnittes ein hoher Widerstand gegeben werden, d. h. es müsste in sehr dünnem Drahte hergestellt werden, während die Zuleiter des Stromes, die Kupferdrähte, wenigstens das Zehnfache des Querschnittes des Platins haben müssten

Digitized by Google

Ein dünner Draht ist aber ein sehr empfindliches Ding. Zwischen Weissglühhitze und Schmelzpunkt ist ein kleiner Schritt, und so kam es denn, dass wenn die Spannung des Stromes zeitweise auch nur um ein Geringes wechselte, dieses Geringe gerade genug war, um den leuchtenden Draht zu schmelzen und die Lampe unbrauchbar zu machen.

Ausserdem hatte der den Platinfaden durchlaufende Strom das Bestreben, dieses Metall zu zersetzen und die Producte dieser Zersetzung von einem Pol nach dem anderen zu tragen. Endlich und schliesslich kommt das Platin sehr theuer zu stehen, was schon an und für sich ein genügender Grund gewesen wäre, dasselbe zu verlassen und sich nach einem billigeren und besseren Material umzusehen.

Die Kohle, trete sie nun in irgend welcher Form auf, ist ein Leiter der Elektricität, aber ein schlechter. Im Naturzustande ist sie schwer zu bearbeiten, es musste daher eine künstliche Kohle hergestellt werden.

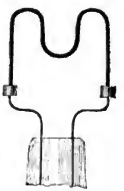
Man wendete sich dem Papier zu, schnitt es in dünne Streifen und verkohlte es. Nun weiss man, dass das Papier keine genügend gleichförmige Dichtigkeit besitzt, so dass die aus ihm hergestellte Kohle nicht elastisch und biegsam sein kann und auch zu viel innere Ungleichförmigkeiten besitzt, als dass sie der Passage des Stromes ein vollständig gleichförmiges Bett bieten würde. Das Papier, sei es nun Bristolcarton oder anderes Papier, weist auf einen Quadratmillimeter fünf bis zehn verschiedene Dichtigkeitsfactoren auf, was auch die sorgfältigste Fabrication nicht zu vermeiden vermag. Nun ist aber die Kohle desto leitungsfähiger, je dichter ihre Construction ist; es folgert daher, dass wenn ein Qua-

Digitized by Google

dratmillimeter Kohle zehn verschiedene Dichtigkeiten hat, derselbe auch zehnfach verschiedene Leitungsfähigkeit im selben Raume haben müsse. Der Strom wird daher, statt die Kohle in ihrem ganzen Querschnitte anzugreifen, sich vorzugsweise auf die undichtesten Stellen werfen und diese zerstören, er wird Ungleichförmigkeiten in der Kohle selbst hervorrufen und derselben ein vorzeitiges Ende bereiten.

Es giebt heute mehrere Glühlampen, deren Kohle aus Papier erzeugt ist. Dasselbe wird zumeist in der Form eines M ausgestanzt und kommt anstatt in luftleerem Raume in ein Gasgemenge zu stehen, welches angeblich die Zersetzung der Kohle verhindern soll. In Folge der Zusammensetzung des Papiers, welches, wie gesagt, ein Biegen der aus ihm hergestellten Kohle nicht gut gestattet, musste dieses M (Fig. 60) ziemlich dick und breit hergestellt werden. Setzen wir voraus, die Kohle sei nur 1 Millimeter breit, so haben wir bei einer totalen Länge des M von 45 Millimeter eine leuchtende Fläche von annähernd 90 Quadratmillimeter, beide Seiten der Kohle gerechnet. Diese Fläche genügt, um eine Leuchtkraft von beiläufig 26 Normalkerzen zu entwickeln.

Fig. 60.



Um eine Kohle von solchem Umfang weissglühend zu machen, bedarf es aber einer Spannung von mindestens 75 bis 80 Volts, während der Widerstand der Kohle höchstens 40 bis 43 Ohms beträgt. Es erfordert daher eine solche Lampe etwas weniger als $\frac{80}{40} = 2{\cdot}00$ Ampères an Stromstärke.

Digitized by Google

Nehmen wir an $I =$ Ampères, $E =$ die Spannung in Volts, und $W =$ die absorbirte Arbeit, so haben wir $W = \frac{EI}{9{\cdot}81}$ Kilogramm pro Secunde oder aber $W = \frac{EI}{736}$ Pferdekraft, was ergäbe, dass eine solche Lampe beiläufig 0·22 Pferdekraft erfordert.

Vom Papier wendete man sich zur Pflanzenfaser. Wir werden später von derselben sprechen, vorläufig wollen wir uns ihres geringen Widerstandes wegen mit einer Lampe beschäftigen, deren Kohle aus einer Grasfaser hergestellt ist. Dieselbe ist unregelmässig in der Construction und enthält viel erdige Bestandtheile, welche sich beim Erglühen verglasen und die Kohle in ihrer Leitungsfähigkeit sehr unregelmässig machen. Der Widerstand einer solchen Lampe, wie sie von Lane-Fox hergestellt wurde, betrug 28 Ohms im warmen Zustande und erforderte zur Weissglühhitze eine Spannung von 50 Volts. Dieses ergiebt $\frac{50}{28} = 1{\cdot}77$ Ampères an Stromstärke für jede Lampe, welche auf diese Weise 0·12 Pferdekraft absorbirt. Es kommen also bei der ersterwähnten Gattung beiläufig fünf, bei der letzterwähnten beiläufig 8 Lampen auf die Pferdekraft. Da aber die Pflanzenfaser viel dünner ist als die Papierkohle, wird auch die Leuchtkraft der ersteren geringer sein, und es gleicht sich die Ueberlegenheit der Lampenanzahl mit der Differenz in der Leuchtkraft aus.

Die letztgenannte Lampe würde also, was Theilbarkeit des Lichtes anlangt, allen Anforderungen genügen, wenn sie nicht andererseits eine schlechte Nachahmung einer anderen, besseren Lampe wäre, welche ihr an Originalität, Kohlenmaterial und Dauerhaftigkeit weit überlegen ist.

Digitized by Google

Ausserdem leidet diese vorhin erwähnte Lampe an dem Fehler, dass sie viel zu viel Intensität in Anspruch nimmt, was auch erfordert, dass die Leitungen einen sehr grossen Querschnitt haben müssen.

Nehmen wir an, eine Lampe sei folgendermassen construirt:

Widerstand der Kohle $\frac{80 \text{ Volts}}{40 \text{ Ohms}} = 2$ Ampères Intensität.

Nehmen wir ebenfalls an, diese Intensität erfordere einen Querschnitt von 10 Quadratmillimeter. Wenn wir nun die Formel aufstellen: $\frac{100 \text{ Volts}}{100 \text{ Ohm}} = 1$ Ampère, so können wir den Querschnitt der Leiter auf 5 Quadratmillimeter erniedrigen und machen also durch die Vermehrung der Spannung und des Widerstandes eine Ersparniss an Intensität, welche gleichbedeutend ist mit Ersparniss an mechanischer Kraft.

Aber auch noch 1 Ampère ist zu viel Intensität. Wir werden daher suchen, das Erforderniss an Kraft so viel als möglich herabzudrücken. Damit dies aber nicht auf Kosten der Leuchtkraft geschehe, müssen wir zu gleicher Zeit die leuchtende Fläche in gewünschtem Masse erhalten. Wir werden daher den Kohlenfaden verdünnen und dadurch auch länger machen, so dass seine leuchtende Fläche blos verschoben und ausgedehnt, effectiv aber nicht verringert wird. Durch die Verdünnung des Fadens aber wird auch sein Widerstand grösser, und das ist es eben, was wir erreichen wollen.

Wir werden daher z. B. haben:

Dicker Kohlenfaden:

$$\frac{100 \text{ Volts}}{80 \text{ Ohms}} = 1{\cdot}25 \text{ Ampères.}$$

Digitized by Google

Derselbe Kohlenfaden aber verdünnt und verlängert:

$$\frac{100 \text{ Volts}}{140 \text{ Ohms}} = 0{\cdot}71 \text{ Ampères.}$$

Wir sehen also, dass wir in beiden Lampen die gleiche Leuchtkraft haben, dass aber die Lampe mit dünnem Faden beinahe die Hälfte weniger Stromkraft und mechanische Arbeit erfordert, als jene mit dickem Faden.

Die Erhöhung des Widerstandes einer Glühlampe hat ihre Grenzen, welche durch den Querschnitt des Kohlenfadens und durch die leuchtende Fläche bestimmt werden. Die bisher als die ökonomischeste bekannte Glühlampe ist die Type *C* Edison, welche folgende Constructionsverhältnisse hat:

Widerstand in warmem Zustande .	140 Ohms
Widerstand in kaltem Zustande . .	300 Ohms
Spannung des Stromes	95 Volts
Leuchtkraft	10 Normalkerzen
Intensität des Stromes	0·10 Ampères.

Es können beiläufig zehn solcher Lampen mit einer Pferdekraft betrieben werden.

Edison war der Erste, welcher seine Aufmerksamkeit der vegetabilischen Kohle zuwendete. Von dem Grundsatze ausgehend, dass die Dichtigkeit gewisser Pflanzenfasern von keinem anderen künstlichen Producte übertroffen werden könnte, suchte er jene Pflanzen auf, welche aus langen und äusserst widerstandsfähigen Fäden zusammengesetzt sind. Nach langen und weitläufigen Versuchen gelangte er zur Ueberzeugung, dass eine in Japan vorkommende Bambusart seinem Zwecke am besten entspreche.

Man wendete ihm ein, dass eine künstlich hergestellte, äusserst dichte Kohle einer solchen aus Pflanzenfasern

Digitized by Google

schon deshalb vorzuziehen sei, weil beispielsweise der Bambus nicht als ein einiges Ganzes, sondern als eine Vereinigung von vielen feinen Fasern anzusehen sei, und daher nicht jene Gleichförmigkeit in der Construction biete, wie sie der elektrische Strom für seine Arbeit verlangt.

Hierauf ist zu bemerken, dass der anscheinende Nachtheil der Bambusfaser eigentlich ein Vortheil ist. Edison hatte dieselbe speciell deswegen gewählt, weil sie aus langen, gleichmässig dicken, geraden Fäden besteht, von denen jeder einzelne eine ausserordentliche Dichtigkeit besitzt. Anstatt daher eine einzige Kohle zu erlangen, sucht Edison vielmehr deren so viel als möglich zu erhalten und stellt sich seinen Leiter als ein Bündel durch die Natur vereinigter Kohlenfäden vor.

Auf ganz entgegengesetzten Principien beruht die Herstellung eines Kohlenfadens, deren Erfinder, Weston, das Bestreben hatte, ein womöglich structurloses, amorphes Material von vegetabilischem Ursprung zu erhalten. Die Herstellung desselben wird folgendermassen beschrieben:

Die Cellulose der Baumwollen- oder Leinenfaser wird zunächst der Einwirkung einer Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure ausgesetzt, d. h. es wird Nitrocellulose (Pyroxyline) oder Schiessbaumwolle gebildet und diese in eine Mischung von Aether und Alkohol in Collodium umgewandelt. Dieses Product wird hierauf in dünne (ungefähr 0·1 Millimeter dicke) Platten geschnitten und durch Behandlung mit irgend einem reducirenden Körper — wie Ammonium-Hydrosulphid — seiner Eigenschaft, der vollständigen Verbrennbarkeit, beraubt. Dadurch wird ein Körper erhalten, der eigentlich als amorphe Cellulose zu bezeichnen ist, von bern-

Digitized by Google

steinartiger Farbe, grosser Zähigkeit und Dehnbarkeit. Er ist beinahe homogen und zeigt selbst unter einem kräftigen Mikroskope keinerlei Structur. Er wird in gewünschter Form ausgestanzt und verkohlt.

Andere Forscher wendeten sich wieder einer Pflanzenfaser zu, und zwar wählten sie die Baumwolle. Dieselbe wird in Schwefelsäure ausgekocht, zusammengedreht und verkohlt. In diesem Falle soll die Torsion die Structur des Edison'schen Bambusfadens ersetzen. Andere stellen ein äusserst feines Gewebe in Röhrenform her und verkohlen dasselbe.

Es ist unmöglich, hier alle die Kohlenarten und Formen aufzuführen, welche in neuerer Zeit für Glühlampen gewählt wurden. In den meisten Fällen sind diese Erfindungen blos zu dem Zwecke gemacht worden, um bereits bestehende Patente zu umgehen oder nachzuahmen. Wir können uns daher mit Uebergehung derselben zu dem Gegenstande wenden, mit dem wir uns vor Allem zu befassen haben, und zwar zur Dauerhaftigkeit der Kohle.

Wenn ein elektrischer Strom geschlossen wird, d. h. wenn die beiden Pole irgend einer Elektricitätsquelle miteinander vereinigt werden, wird sich innerhalb des geschlossenen Stromkreises eine Arbeit entwickeln, welche sich in verschiedenen Wirkungen äussert. Bei der Glühlichtbeleuchtung vereinigen wir die beiden Pole durch einen schlechten Leiter, durch einen Kohlenbügel, und in demselben wird, seines Widerstandes wegen, auch die Arbeit des Stromes sich äussern.

Der elektrische Strom hat allezeit das Bestreben, Körper, welche nicht aus Urstoffen bestehen, in solche zu zerlegen. Die Urstoffe selbst sucht er in seine Atome

Digitized by Google

aufzulösen, sie ihres Zusammenhanges zu berauben. Seine Arbeit macht sich vorerst kund durch Wärme, welche in directem Verhältniss zur geleisteten Arbeit steht. Je grösser die letztere ist, desto höher wird auch der die Arbeit anzeigende Wärmegrad sich stellen, und haben wir zur Beurtheilung der in Wärme sich äussernden Arbeit das Joule'sche Gesetz, wonach dieselbe pro Secunde gleich ist $J^2 W$, d. i. gleich dem Product aus dem Quadrat der Stromstärke J und dem Widerstande W des Schliessungskreises.

Wir dürfen aber nicht vergessen, dass die Wärme nur eine Begleiterin, gewissermassen eine Verkünderin der stattfindenden Arbeit, nicht aber dieselbe selbst ist. Führen wir z. B. die Pole einer starken Elektricitätsquelle in angesäuertes Wasser, so findet eine heftige Wärme-Entwicklung statt. Dieselbe ist aber nicht die Arbeit des Stromes, sondern sie begleitet blos die durch den Strom hervorgerufene Zersetzung des Wassers, welche Zersetzung die eigentliche Arbeit des Stromes ist.

Verbinden wir die Pole mit einem dünnen Drahte, so wird derselbe entweder schmelzen oder gar verbrennen. In diesem Falle besteht die Arbeit des Stromes darin, das Metall des Drahtes vom festen in den flüssigen Zustand überzuführen oder ganz in seine Atome zu zerlegen, während uns die bei diesem Processe entwickelte Wärme auf die Raschheit und Energie der Stromarbeit schliessen lassen.

Die Glühlampe giebt uns den besten Weg, um die Wärme und ihre Wirkungen von der eigentlichen Arbeit des Stromes zu trennen. Wir sehen daselbst die Pole der Elektricitätsquelle in einem Kohlenkörper vereinigt. Die beiden Ströme suchen sich untereinander auszu-

Digitized by Google

gleichen und suchen die Kohle in ihre Atome zu zerlegen. Würde dieser Process in freier Luft stattfinden, so würde die Kohle bald verbrennen, d. h. sie würde sich, mit dem Oxygen verbindend, als Gas verflüchtigen, während blos die Asche, die erdigen und salzigen Bestandtheile zurückbleiben. In der Glühlampe aber ist das Oxygen ausgeschlossen. Der Strom arbeitet nur an der Zerlegung der Kohle und erschüttert ihre Structur. Die bei dieser Arbeit freiwerdende Wärme macht die Kohle erglühen, da aber kein Oxygen vorhanden ist, kann auch keine Verbrennung stattfinden. Es müsste also eine solche Kohle, falls das Vacuum der Lampe stets vollkommen ist, ewig dauern, wenn nicht der Strom in seiner Arbeit fortführe, die Kohle immer mehr und mehr zu erschüttern und zu zerlegen, bis sie endlich bricht.

Wäre die Wirkung des Stromes blos allein in der Wärme zu suchen, so würde die Beschaffenheit der Kohle bei einer Glühlampe kaum in's Gewicht fallen; was man aber bei der Glühlampe hauptsächlich in Berechnung zu ziehen hat, das ist die Dichtigkeit, das Gefüge, die Structur der Kohle, welche dem Zerlegungsbestreben des Stromes so lange als möglich Widerstand leisten soll. Diese Dichtigkeit darf daher keine rein körperliche, sondern muss eine rein chemische sein. Eine Kohle, welche vielleicht gerade so viele körperliche Dichtigkeit als irgend ein Metall zu erreichen fähig wäre, könnte dabei trotzdem sehr unrein und chemisch sehr undicht sein.

Eine chemisch reine Kohle kann aber für Glühlampen unmöglich hergestellt werden. Wie wir aus dem Vorhergesagten wissen, geht das Bestreben in neuerer

Digitized by Google

Zeit dahin, mit Säuren der Pflanzenfaser alles Unorganische abzunehmen und aus selber reine Cellulose herzustellen. Was aber bei diesem Processe gewonnen wird, geht bei der Verkohlung wieder verloren.

Es dürfte wohl unmöglich sein, aus der Faser alles das zu entfernen, was zu einer chemischen Neubildung Anlass geben könnte. Nun wird die Faser in luftdichte metallene Behälter eingeschlossen und in denselben verkohlt. Man erhält hierdurch eine glänzende elastische Kohle, deren ganzes Aussehen schon darauf hindeutet, dass sie viele verglaste, verschlackte Producte enthält, welche ihr äusserlich ein sehr dichtes, metallähnliches Aussehen geben, in Wirklichkeit aber zum schnellen Verderben der Kohle beitragen. Die in dem Behälter mit eingeschlossene Luft, die in der Faser selbst befindlichen kieseligen, erdigen und harzigen Bestandtheile haben mit der Kohle eine schwer analysirbare Verbindung eingegangen, die vom elektrischen Strome leicht wieder zerlegt wird. Ist aber einmal diese Verbindung in ihrem chemischen Zusammenhalte erschüttert, ist es auch mit ihrer Dichtigkeit zu Ende und wir sehen die Kohle sich in äusserst feinen Staub auflösen, welcher sich wie ein schwarzer Hauch an die inneren Glaswände der Lampe anlegt.

Wir wissen, dass, wenn der elektrische Strom längere Zeit einen Kupferdraht durchfliesst, derselbe spröde wie Glas und leicht brüchig wird. Wir können uns aus diesem einfachen Beispiele leicht von der unumstösslichen Thatsache überzeugen, dass der elektrische Strom den Aggregatzustand der von ihm durchströmten Körper verändert.

Dasselbe geschieht auch mit der Kohle. Je länger sie von dem Strome durchflossen wird, desto spröder,

Digitized by Google

brüchiger wird sie, desto mehr verliert sie von der in ihr gebundenen, ihre Moleküle zusammenhaltenden Naturkraft. Dies würde für die Kohle nicht schädlich sein, solange sie von Stössen oder Erschütterungen bewahrt bleibt, welche sie also blos durch rein mechanische Ursachen beschädigen könnten.

Da die Kohle aber auch andere, der chemischen Zersetzung unterliegende Bestandtheile enhält, verrichtet der Strom auch eine chemische Arbeit und sucht die Producte dieser Zersetzung von einem Pole nach dem anderen zu transportiren. Diese chemische Arbeit ist es, welche für die Dauerhaftigkeit der Kohle entscheidend ist. Je geringer der Procentsatz der der Kohle beigemischten fremden Körper ist, desto dauerhafter wird die erstere sein. Nun machen aber gerade die fremden Bestandtheile die Elasticität aus, welche für den Kohlenfaden einer Glühlampe unentbehrlich ist. Wir müssen daher auf das Ideal einer chemisch reinen Kohle verzichten und nur versuchen, das Mass dieser Parasiten unserer Kohle auf das möglichst geringste herabzudrücken.

Die gebräuchlichste Form für den Kohlenfaden ist jene eines einfachen Bügels, wie sie von Edison acceptirt wurde. Um den Faden länger machen zu können, ohne deswegen auch den Glaskörper vergrössern zu müssen, legt man den Faden auch in eine offene Schlinge (Fig. 61). Doch scheint sich dieses System nicht recht zu bewähren, wenigstens haben von uns gemachte Erfahrungen ergeben, dass der einfache Bügel (Fig. 62) viel dauerhafter ist als die Schlinge. Fig. 63 zeigt einen Platinfaden in spiralförmiger Gestalt, wie ihn Edison bei seinen ersten Glühlampen anwendete.

Digitized by Google

Die Befestigung der Kohle an den metallischen Zuleitern geschieht auf verschiedene Weise. Die Enden der Drähte sind aus Platin hergestellt, damit sie der Hitze widerstehen können. Edison hämmert die Drahtenden flach, und benützt das platte Ende als Klemme, indem er es mit einer Flachzange um das schuhförmige Ende des Kohlenfadens biegt. Der auf diese Art festgehaltene Faden kommt sodann in ein Bad von Kupfervitriol, in welches der Strom einer elektrischen Batterie geleitet wird. Es schlägt sich auf die Klemme Kupfer auf gal-

Fig. 61. Fig. 62.

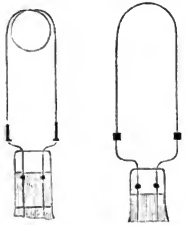
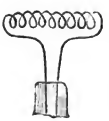


Fig. 63.



vanischem Wege nieder und stellt somit einen innigen metallischen Contact her.

Die Drähte selbst sind zumeist in einen Glaskörper eingeschlossen, welcher mit dem Lampenkörper selbst zusammengeschmolzen wird. Ist dieser Glaskörper unrein, kann es auch vorkommen, dass der Strom denselben zersetzt und zersprengt.

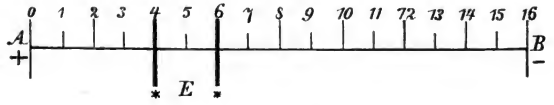
Jeder Kohlenbügel hat einen Punkt, in welchem die Arbeit des elektrischen Stromes am stärksten auftritt. Wir nennen denselben das *Arbeitscentrum*. Dasselbe liegt nicht gerade in der Mitte des Kohlenbügels, sondern ist zumeist so vertheilt, dass der vor dem Arbeitscentrum

Digitized by Google

liegende Theil der Kohle so ziemlich die Hälfte der übrigen Länge ausmacht. Bricht die Kohle in Folge der Arbeit des Stromes, befindet sich die Bruchstelle auch im Arbeitscentrum.

Nehmen wir an, ein Kohlenbügel AB (Fig. 64) habe eine Länge von 16 Centimeter, so werden wir, wenn derselbe eine durchaus gleichförmige Construction in seiner ganzen Länge besitzt, die Bruchstelle ungefähr bei E zwischen dem vierten und sechsten Centimeter finden. Das Arbeitscentrum zeigt sich immer mehr dem positiven Pole zu genähert; es findet an dieser Stelle eine Zersetzung der Kohle, ein Transport der Moleküle von einem Pole nach

Fig. 64.



dem anderen statt, von welchem das Aussehen der Bruchenden, welche wie angefressen oder angenagt erscheinen, das beste Zeugniss ablegen.

Das Arbeitscentrum ist abhängig von der Nähe der Lampen zur Dynamo. Je mehr sich die Lampen von der Dynamo entfernen, desto mehr rückt die Bruchstelle dem negativen Pole zu. In der Nähe der Dynamo haben wir das Verhältniss 1 : 2; an den äussersten Enden der Leitungen ist es beinahe wie 2 : 3. Es scheint daher, dass, je höher die Spannung des die Kohle durchfliessenden Stromes ist, je mehr auch das Arbeitscentrum dem positiven Pole nähergerückt werde.

Sind zwei Lampen auf Spannung geschaltet, wird es beinahe immer der mit dem positiven Pole verbundene

Digitized by Google

Kohlenbügel sein, welcher der Abnützung oder dem Bruche zuerst ausgesetzt ist.

Wir ersehen also, dass der Bruch der Kohle bestimmte Gesetze hat, deren Bestehen sehr leicht zu verfolgen ist. Wir können dieselben wohl nur ahnen, Bestimmtes lässt sich nichts darüber sagen, so lange wir nicht eine unumstössliche Theorie des Wesens des elektrischen Stromes besitzen.

Wir unsererseits wollen hier ein Remedium angeben, welches den schnellen oder vorzeitigen Bruch der Lampen verhindert. Dasselbe besteht darin, statt der geschilderten Dynamos mit continuirlichem Strome eine Wechselstrommaschine anzuwenden. Die Dynamo bildet in diesem Falle blos eine Erregerin der Wechselstrommaschine, indem ihr Strom die Elektromagnete derselben durchfliesst und dermassen den Strom der letzteren inducirt.

Der Strom ändert seine Richtung mehrere tausendmale in der Minute. Das Arbeitscentrum, welches mit dem positiven Pole eng verbunden ist, wird daher bald nach dem einen, bald wieder nach dem anderen Ende des Kohlenbügels verlegt und ist die zersetzende Arbeit des Stromes demzufolge nicht auf einen einzigen Punkt concentrirt.

Wir müssen hier aber sofort bemerken, dass der Betrieb mit einer Wechselstrommaschine beinahe das doppelte jener Arbeitskraft des Motors in Anspruch nimmt, als eine Dynamo mit gleichgerichtetem Strome absorbiren würde. Ausserdem müsste eine Maschine mit geringer Spannung genommen werden, um das Hintereinanderschalten der Lampen zu vermeiden, während die gegenwärtig existirenden Typen viel zu hohe Spannung für Glühlicht haben. Wir glauben aber, dass man

Digitized by Google

bald auch solche von geringerer elektromotorischer Kraft bauen werde und hierdurch auch viel an unnützem Kraftverbrauch ersparen wird.

Die Wechselstrommaschine mit ihrem getrennten Inductor ist übrigens auch viel theurer und erfordert viel mehr Anlage- und Betriebskosten als die gewöhnliche Dynamo. Hingegen hat die Wechselstrommaschine wieder den Vortheil, dass ihr Strom weniger von den Schwankungen der Umdrehungsgeschwindigkeit abhängig ist, und dass also die von ihr betriebenen Lampen weniger den Gefahren ausgesetzt sind, welche denselben aus der durch schnellere Umdrehung der Dynamo bewirkten Spannungserhöhung entstehen können.

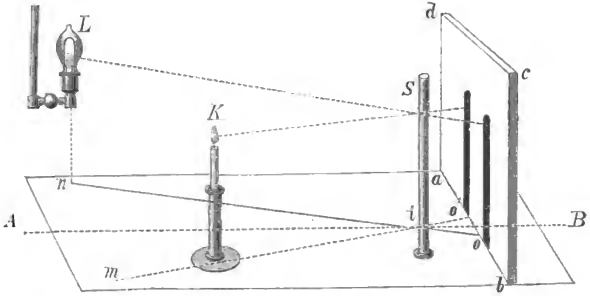
Wo die ökonomischen Rücksichten auf das genaueste berücksichtigt werden müssen, muss man die Glühlampen mit einer gewöhnlichen Dynamo betreiben. In diesem Falle wird man aber gut thun, täglich die von der Maschine ausgehenden Drahtenden zu verwechseln, so dass ein Ende eines Tages auf den positiven Pol, des anderen Tages aber auf den nächsten zu sitzen kommt.

Die Photometer. Zur Messung der Lichtstärke dienen die Photometer, von welchen der Rumford'sche am leichtesten herzustellen ist. Bei demselben besteht das Eigenthümliche darin, dass der Schatten, welchen ein undurchsichtiger Körper auf eine Fläche wirft, umso schwärzer aussieht, je stärker diese Fläche beleuchtet wird, und dass gleich schwarze Schatten gleiche Lichtstärken andeuten. Dieser Photometer besteht aus einem Tische von circa zwei Meter Länge, einer senkrecht aufgestellten und mit weissem Papier überzogenen Fläche (Fig. 78) *abcd* und einem Stabe, welcher ganz nahe zu dieser Fläche auf der Mittellinie *AB* des Tisches in dem

Digitized by Google

Punkte *i* senkrecht aufgestellt ist. Man bringe dann diese Vorrichtung in einem ganz finsteren Raume unter, bringe über irgend einem Punkte *n* die zu untersuchende Lampe *L* an, stelle dagegen auf einem Punkte der Linie *m i o'*, welche zur Mittellinie *A B* unter gleichem Winkel wie *n i o'* steht, das als Einheit angenommene Kerzenlicht *K* auf, so wird der Stab *i* durch letzteres einen Schatten in *o'* auf die Fläche *a b c d*, durch die Lampe *L* dagegen einen Schatten in *o* werfen. Je näher nun das

Fig. 65.



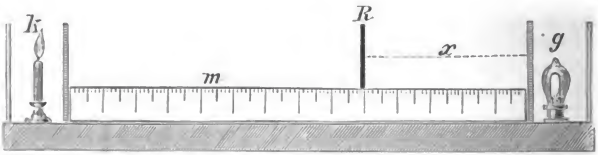
Licht *K* gegen diese Fläche gerückt wird, desto schwärzer wird der Schatten in *o'*, und man wird also leicht durch Hin- und Herrücken auf der Linie *m i o'* dasselbe auf einen Punkt bringen können, wo die beiden Schatten in *o* und *o'* einander gleich werden. Die Intensitäten der beiden Lichter *L* und *K* verhalten sich alsdann zu einander, wie die Quadrate der Entfernungen. Nehmen wir als Beispiel an, die Entfernung der Lampe *L* von dem Schatten sei = 2 Meter; diejenige des Kerzenlichtes, bei welcher die beiden Schattenlichter einander

Digitized by Google

gleichkommen = 0·9 Meter. Um nun die Stärke der Lampe zu finden, hat man $L : K = 2^2 : 0{\cdot}9^2$, woraus resultirt: $L = 4{\cdot}95\ K$, d. h. die Glühlampe ist 4·95mal stärker als das Kerzenlicht K.

Für genaue Messungen wird der Bunsen'sche Photometer mit mehrfachen Abänderungen angewendet. Derselbe besteht in der Hauptsache aus einem kleinen Rahmen, in welchem weisses Papier eingespannt ist. Dieses Papier hat in seiner Mitte einen durchsichtigen Kreis und wird zwischen die beiden miteinander zu vergleichenden Lichter gestellt. Ist der Rahmen in einer solchen Stellung, dass

Fig. 66a.



man den durchsichtigen Kreis von dem Papier nicht unterscheiden kann, so weiss man, dass beide Seiten des Papieres gleichförmig beleuchtet sind. Das Quadrat der Entfernungen zwischen den beiden Lichtern und den Rahmen, eine in die andere dividirt, giebt uns die Zahl, welche das Lichtvermögen der gemessenen Lampen ausdrückt (Fig. 66a).

Nennen wir g die Intensität der Glühlampe, k die Intensität der Normalkerze auf eine totale Länge m der Ablesescala in Centimeter, x die Entfernung der Normalkerze vom Rahmen R, so wird $m - x$ die Entfernung der Glühlampe vom Rahmen sein. Wir haben:

$$g : k = (m - x)^2 : X^2,$$

Digitized by Google

woraus folgert, wenn wir $K =$ eins (1) annehmen:

$$x = \frac{m}{\sqrt{g+1}}$$

Ist $g = 1$, so erhält man $x = {}^1/_2$ Meter, d. h. wenn die beiden Lichter die gleiche Lichtintensität haben, befindet sich der Rahmen in der Mitte der Scala des Photometers.

Ein anderes Beispiel. Es sei eine Glühlampe zu messen auf einem Photometer, dessen Scala (m) 300 Centimeter lang ist. Als Messeinheit wird eine Normalkerze K benützt, welche also gleich 1 ist. Wir stellen nur den Rahmen zwischen den beiden Lichtern so lange, bis dessen beide Flächen gleichmässig beleuchtet sind. Nehmen wir an, der Rahmen R bleibe auf Centimeter 225 stehen.

Wir haben also nach vorstehender Figur:

Entfernung der Kerze K von dem Rahmen $R = 225$ Cm.
Totale Länge der Scala m . . . . . 300 Cm.

Folglich:

Entfernung der Lampe g vom Rahmen . . 75 Cm.

Nach der Formel $g : k = (m - x)^2 : x^2$ werden wir in diesem Falle schreiben:

$$g : 1 = (300 - 75)^2 : 75^2 = 50625 : 5625 = 9.$$

Es ist also $g : 1 = 9$, d. h. die Glühlampe g ist neunmal stärker im Lichte als die Normalkerze K. Wir sagen auch: die Glühlampe g ist neun Kerzen stark.

Fig. 66b zeigt uns die Anordnung des Photometerrahmens. Derselbe, wie gesagt, aus weissem Papier bestehend, hat zu beiden Seiten einen um 45 Grad zu ihm geneigten Spiegel, in welchem sich der Rahmen mit seinem Fettpunkte reflectirt. Das Ganze stellt einen kleinen

Digitized by Google

auf Rädern laufenden halboffenen Kasten vor, der nach Belieben hin und her bewegt werden kann.

Zur Beurtheilung der Lichtstärke der Glühlampe dient auch heute noch die Kerze als Einheit. Es giebt französische, englische, deutsche Normalkerzen. Dieselben sind aus Wallrath, Stearin, Paraffin und Wachs hergestellt. Die Flamme der Normalkerze variirt in ihrer Höhe von 46 bis 58 Millimeter. Man kann 13 bis 14 Normalkerzen auf einen Argand-Gasbrenner rechnen.

Die englische Normalkerze soll 120 Grains (7·78 gr.) an Fett pro Stunde consumiren. Die Normalkerze von München soll 10·2 bis 10·6 Grain Stearin bei ruhiger Luft und ohne geschneuzt zu werden, consumiren. Wenn wir den Lichtwerth der Glühlampe mit 100 annehmen und selben mit einer Stearinkerze messen, erhalten wir für Wachs 95·3, für Wallrath 92, für Paraffin 94 Kerzen als gleichlautenden Lichtwerth.

Fig. 66 b.

In Frankreich wird zum Messen der Lichtstärke die Lampe Carcel benützt. Deren Dimensionen sind folgende: Aeusserer Durchmesser des Dochtes 23·5 Millimeter, innerer Durchmesser des Dochtcylinders 17·0 Millimeter; Höhe des Glascylinders 290·0 Millimeter; äusserer Durchmesser des Glascylinders an seinem unteren Theile 47, an seinem oberen Theile 34 Millimeter. Eine Carcel-Lampe ist gleich 8 bis 9 Normalkerzen.

Als Grundlage für die Rentabilitätsberechnung der Glühlampen möge folgende Tabelle dienen, welche die Anzahl der Brennstunden im Jahre angiebt.

Digitized by Google

Die Anzahl der Brennstunden beträgt, inclusive Sonn- und Feiertage, wenn gearbeitet wird	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Summe
Vom Beginn der Abenddämmerung bis zum Frühlicht (die ganze Nacht hindurch)	512	411	382	295	242	195	217	307	345	421	573	527	4327
Vom Beginn der Abenddämmerung bis Mitternacht	251	201	186	148	122	98	106	164	172	217	242	266	2173
Von d. Abenddämmerung bis 6 Uhr Abds.	65	33	4	—	—	—	—	—	2	31	62	80	277
„ „ „ „ 7 „ „	96	61	31	4	—	—	—	14	22	62	92	111	493
„ „ „ „ 8 „ „	127	89	62	28	4	—	—	40	52	93	122	142	759
„ „ „ „ 9 „ „	158	117	93	58	29	8	13	71	82	124	152	173	1178
„ „ „ „ 10 „ „	189	145	124	88	60	38	44	102	112	155	182	204	1443
„ „ „ „ 11 „ „	220	173	155	118	91	68	75	133	142	186	212	255	1808
Von 4 Uhr Morgens bis zum Frühlicht	137	98	71	28	2	—	—	16	48	80	110	137	727
„ 5 „ „ „ „ „	106	70	40	3	—	—	—	—	18	49	80	106	472
„ 6 „ „ „ „ „	75	42	9	—	—	—	—	—	—	18	50	75	269
„ 7 „ „ „ „ „	44	14	—	—	—	—	—	—	—	—	20	44	122

Digitized by Google

Die Sicherheitsvorrichtungen.

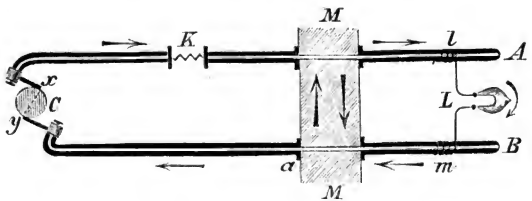
Die Sicherheitsvorrichtungen in einer elektrischen Beleuchtungsanlage haben einen doppelten Zweck, nämlich:

1. Um die Leitungen vor der Gefahr des Erglühens zu schützen;

2. um das Zerbrechen der Lampen zu verhüten.

Der erste Umstand, das Erglühen der Drähte, kann eintreten, wenn durch irgend einen Zufall ein kurzer Schluss in der Leitung eintritt. Nehmen wir an, es befänden sich (Fig. 67) zwei Drähte $A\,B$ in der Nähe

Fig. 67.



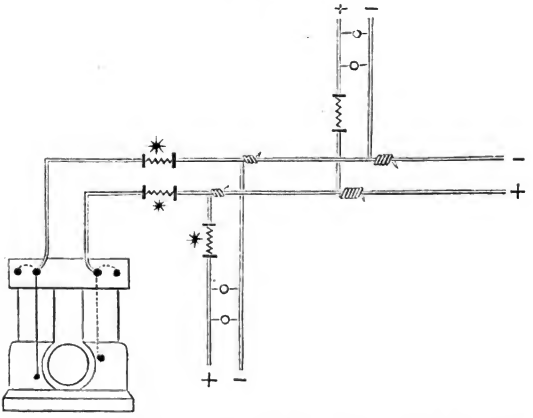
eines Metalles *M*, die Isolirung der Drähte werde durch einen Zufall abgeschürft und es werde auf diese Weise zwischen beiden Drähten eine metallische Verbindung hergestellt, so ist es klar, dass der Strom, anstatt in den widerstandsreichen Lampen eine Verbindung zu suchen, diese Vereinigung an der erwähnten bequemen Stelle bewerkstelligen wird. Die Arbeit des Stromes wird sich nun, anstatt in den Lampen, in den Drähten selbst durch Wärme kundgeben und dieselben zum Erglühen bringen.

Wenn die Isolirung vollständig ist, haben wir den geschlossenen Stromkreis, welcher, vom Commutator der Dynamo *C* bei *x* ausgehend, den Draht *A* durchläuft,

Digitized by Google

bei *l* in die Lampe *L* eintritt, dieselbe bei *m* verlässt und bei *y* zum Commutator *C* zurückkehrt. Ist aber die Isolirung schadhaft, so geht der Strom schon über *M* nach dem Drahte *B* und kehrt schon bei *a* nach dem Commutator zurück. Der Strom ist also „kurz geschlossen" und die Drähte werden sich so lange erhitzen, als der kurze Schluss bestehen bleibt. Um solcher Gefahr zu

Fig. 69.



begegnen, schalten wir bei *K* ein Stück Bleidraht ein. Derselbe schmilzt schon bei 335 Grad, während das Kupfer erst bei 1050 Grad flüssig wird. Es wird daher, falls die Drähte in Erwärmung gerathen, der Bleidraht durchschmelzen und der bis dahin geschlossen gewesene Stromkreis wird geöffnet. Mit dem Oeffnen des Stromkreises hört aber auch die Arbeit des Stromes und mit ihr die Erwärmung der Drähte auf.

Digitized by Google

Damit die Sicherheitsvorrichtungen ihren Zweck erfüllen, müssen sie so zahlreich als möglich angebracht werden. Vor Allem müssen die Hauptleitungen mit solchen versehen werden, bevor sie die Dynamo verlassen. Sollte in der Dynamo selbst kurzer Schluss beginnen, so werden durch die Bleieinschaltungen die Leitungen von der Dynamo getrennt. Ausserdem muss, wie aus Fig. 69 ersichtlich, jede Abzweigung von der Hauptleitung mit einer Einschaltung versehen werden. Hierdurch wird erreicht, dass im Falle einer Gefahr blos jene Lampengruppe ausgeschaltet wird, wo sich der Fehler wirklich befindet, während die anderen ungestört weiter arbeiten.

Diese Art von Sicherheitsvorrichtungen muss wenigstens denselben, wenn nicht einen noch grösseren Querschnitt haben, als die Leitung selbst. Das Blei ist bekanntlich ein schlechterer Elektricitätsleiter als Kupfer und es muss, wenn man unnützen Stromverlusten vorbeugen will, diesem Umstand Rechnung getragen werden. Wir machen die Einschaltungen um 5 Procent stärker als die betreffende Leitung. Hat dieselbe z. B. einen Querschnitt von 20 Quadratmillimeter, so werden wir dem Bleidraht einen Querschnitt von 21 Quadratmillimeter geben.

Was die Form der Einschaltungen anbelangt, so ist die von dem Erfinder derselben, von Edison gewählte, die Form eines Pfropfens. Derselbe besteht aus Gyps, also aus unverbrennbarem Materiale, und hat zwei Contactflächen *A* und *B* (Fig. 70). Die erstere besteht aus einem Gewinde, welches dazu dient, um den Pfropfen in den Stromunterbrecher (engl. cut-out, franz. coupe circuit) einzuschrauben. Die zweite ist eben und sitzt frei auf

Digitized by Google

dem Boden des Unterbrechers auf. Beide Contactflächen sind durch einen Bleidraht *C* miteinander verbunden.

Der Stromunterbrecher trägt dasselbe Gewinde *A* wie der Pfropfen. Dasselbe ist durch einen angelötheten Draht mit einer Klemmschraube verbunden, in welche der zu schützende Draht eingespannt wird. Von hier aus geht der Strom durch den Bleidraht *C* nach der Con-

Fig. 70a.

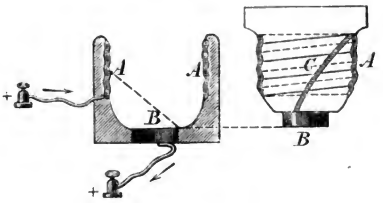


Fig. 70b.

tactfläche *B*, von welcher aus ein anderer Draht zu einer neuen Klemmschraube führt.

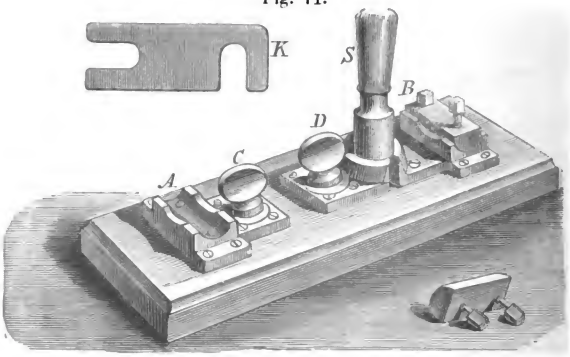
Sehr häufig kann man den Stromunterbrecher auch als Ausschalter benützen. Eigentlich brauchte man blos den Pfropfen auszuschrauben, um diesem Zwecke zu genügen; es ist aber vortheilhafter und bequemer, besonders construirte Ausschalter anzubringen, welche durch eine einfache Handbewegung in Thätigkeit gesetzt werden

Digitized by Google

können. Es ist nicht nothwendig, aus jeder Sicherheitsvorrichtung einen Ausschalter zu machen, es sollte aber aus jedem Ausschalter eine Sicherheitsvorrichtung gemacht werden.

Einen sehr einfachen Ausschalter mit Sicherheitsvorrichtung zeigt nachstehende Fig. 71. Derselbe wird für Hauptleitungen angewendet, und zwar in unmittelbarer Nähe der Dynamo. Dieser Ausschalter besteht aus

Fig. 71.



zwei Klemmen *A B* für die von der Dynamo kommende Leitung; ferner aus zwei Schrauben *C D*, in welche die Sicherheitsvorrichtung, ein dünnes Bleiblech *K*, eingespannt wird. Der Stöpsel *S* dient zur Ausschaltung des Stromes.

Diese Ausschaltung findet aber nur in seltenen Fällen statt. Sollte sie täglich statthaben, so muss auch Vollkommeneres in Anwendung kommen. Wir wissen aus der Elektricitätslehre, dass beim Oeffnen und Schliessen eines Stromes ein Lichtbogen hoher Temperatur von

Digitized by Google

einem Anschlussende auf das andere überspringt. Bei der elektrischen Beleuchtung haben wir mit Strömen von solcher Stärke zu thun, dass die durch die Unterbrechung des Stromes gebildeten Funken die Metallflächen des Ausschalters verbrennen.

Um dies zu verhindern, muss der Strom auf der Unterbrechungsstelle auf einer grossen Fläche vertheilt sein und an mehreren Stellen zugleich unterbrochen

Fig. 72.

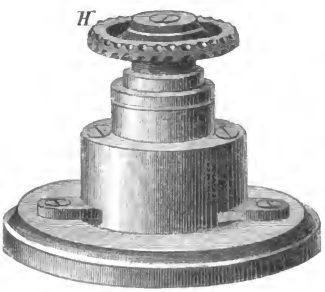
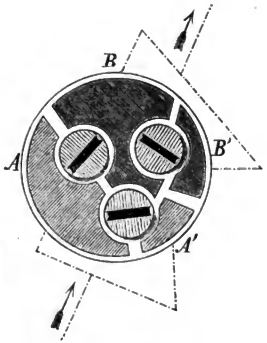


Fig. 73.



werden. Fig. 72 zeigt uns einen recht handlichen Ausschalter, dessen unterster Theil wie Fig. 73 aussieht. Wir sehen hier zwei Paare Metallflächen AA' und BB', welche durch drei Schrauben voneinander getrennt sind. Dreht man an dem Ausschalter, so drückt dessen Kopf H auf eine innerhalb des Ausschalters befindliche Scheibe, welche ihrerseits wieder mittelst Stahlspiralen die drei Schrauben dermassen nach oben drückt, dass sie zwischen den Metallflächen einen innigen Contact herstellen. Die Schrauben selbst (Fig. 74) sind gespalten und befindet

Digitized by Google

sich in dem Spalt eine Stahlfeder, welche den Kopf der Schraube auseinanderdrückt, so dass sie sich recht innig an die Contactflächen *A B* anschmiegt.

Ganz getrennt von den bis jetzt beschriebenen Sicherheitsvorrichtungen müssen jene behandelt werden, welche zum *Schutze der Lampen* bestimmt sind. Dieselben müssen, falls sie wirksam sein sollen, zwei Bedingungen erfüllen, und zwar: müssen sie erstens so nahe als möglich zu den Lampen liegen, und zweitens müssen sie einen so genau berechneten Querschnitt haben, dass auch die geringste Veränderung in der Stromstärke sich in einer entsprechenden Erwärmung des Bleidrahtes kundgiebt.

Fig. 74.

Was die erste Bedingung betrifft, so ist sie aus den Principien, welche wir für die Berechnung des Querschnittes der Leitungen geltend machten, leicht zu erklären. Wir haben beiläufig gesagt, dass der Querschnitt der Leitungen so gross als möglich gewählt werden solle, damit in denselben wenig Kraftverlust stattfinde und der Strom so intact als möglich in den Kohlenbügel eintrete, um sich mit voller, ungeschwächter Energie auf denselben werfen zu können. Hat der Strom aber früher eine Sicherheitsvorrichtung zu passiren, und ist diese Sicherheitsvorrichtung eine empfindliche, so findet offenbar in diesem Bleidrahte seiner geringeren Leitungsfähigkeit und seines kleineren Querschnittes wegen ein Kraftverlust statt, der sich dann auf die ganze Distanz erstreckt, welche zwischen dieser Sicherheitsvorrichtung und der zu schützenden Lampe liegt. Diese Distanz muss daher sehr klein sein, um einer unnützen Kupfer-

Digitized by Google

und Kraftverschwendung vorzubeugen, d. h. der Strom sollte womöglich aus der Sicherheitsvorrichtung direct in den Kohlenbügel eintreten.

Die zweite Bedingung, die Empfindlichkeit der Sicherheitsvorrichtung, ist am besten aus einem concreten Beispiele zu erklären. Nehmen wir an, eine Lampe *A* brauche, um eine Leuchtkraft von 16 Kerzen hervorzubringen, eine Stromkraft von 0·7 Ampères. Diese Stromkraft habe folgende Bedingungen in der Lampe:

$$\frac{\text{Elektromotorische Kraft der Dynamo 98 Volts}}{\text{Widerstand des Kohlenbügels 140 Ohms}} = 0{\cdot}7 \text{ Amp.}$$

Was fürchten wir für diese Lampe? Eine Vermehrung der Stromstärke, für welche sich unser Kohlenfaden als zu schwach, als zu widerstandsreich erweisen würde. Die Vermehrung der Stromstärke ist zugleich eine Vermehrung der Arbeit im Kohlenfaden, welche, falls sie ein gewisses Mass überschreitet, die sofortige Zerstörung des Fadens herbeiführt, im günstigeren Falle aber die Dauer des Fadens in bedeutender Weise abkürzt.

Um nun zu verhindern, dass die Lampe mehr Stromkraft erhält als ihr nützlich ist, schalten wir knapp vor dem Kohlenbügel einen dünnen Bleifaden ein, dessen Querschnitt genau so berechnet ist, dass er sich unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht erwärmt. Setzen wir voraus, 1 Quadratmillimeter sei gerade genügend, um 1 Ampère durch einen Bleifaden zu transportiren, so werden wir bei unserer Lampe, die blos 0·7 Ampères erfordert, auch einen Querschnitt von blos 0·7 Quadratmillimeter für die Sicherheitsvorrichtung wählen müssen.

Nun steigt auf einmal die Intensität des Stromzuflusses von 0·7 auf 1·00 Ampère. Hierzu wäre, wie gesagt, 1 Quadratmillimeter Querschnitt nothwendig. Wir

Digitized by Google

haben in unserer Sicherheitsvorrichtung blos 0·7 Quadratmillimeter, wir haben also um 0·3 Quadratmillimeter zu wenig. In Folge dieses Mangels wird sich der Ueberschuss an Stromkraft sofort in Arbeit umsetzen, der Bleidraht erhitzt sich und schmilzt im Augenblicke durch. Die Stromverbindung ist unterbrochen und die Lampe ist in Sicherheit.

In den ersten von Edison hergestellten Lampenhältern befand sich der Bleifaden in denselben. Da aber, wenn der letztere abschmolz, der ganze Lampenhälter ausgewechselt werden musste, zieht man es heute vor, die Sicherheitsvorrichtung ausserhalb des Lampenhälters, jedoch so nahe als möglich zu demselben anzubringen. Besonders bei diesen Einschaltungen, welche so häufig der Auswechslung ausgesetzt sind, zeigt sich die von Edison gewählte Pfropfenform als sehr praktisch und ausserordentlich handlich.

Lampensockel und Lampenhälter.

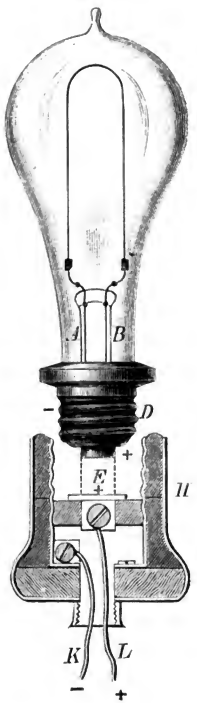
Die Form der Lampenhälter ist abhängig von der Form des Lampensockels. Dieselben werden auf verschiedene Weisen hergestellt, doch giebt es eigentlich nur zwei gründlich verschiedene Sockel, und zwar 1. solche, bei welchen die Lampendrähte frei aus dem Glaskörper treten und in einem Haken endigen, und 2. in solche, bei welchen die Lampendrähte in Gyps oder Ebonit eingeschlossen sind und in breiten Contactflächen endigen.

Unter gewöhnlichen Umständen ist für die Form der Lampensockel und Lampenhälter keine andere Rücksicht massgebend, als die der Bequemlichkeit. Die Lampe soll aus dem Hälter leicht entfernt und in denselben

Digitized by Google

wieder eingesetzt werden können, ohne dass hierbei die Leitungsdrähte berührt werden. Diesem Erfordernisse kommt die Edison'sche Lampe am besten entgegen. Wie wir aus Fig. 75 ersehen, laufen die Lampendrähte *A B* in zwei Contactflächen *D* und *E* aus, welche mit den gleichgeformten Contacten im Hälter *H* correspondiren. Die letzteren sind mit den Leitungsdrähten *K L* durch Schrauben in Verbindung. Ist die Lampe unbrauchbar geworden, wird sie einfach aus dem Gewinde des Hälters ausgeschraubt und durch eine neue ersetzt.

Fig. 75.



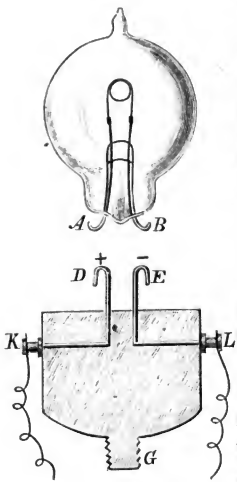
Die andere typische Form eines Lampensockels ist jene in Fig. 76. Wie wir sehen, laufen hier die Lampendrähte *A B* ganz frei in krumme Häkchen aus, ohne irgend eines Sockels zu bedürfen. Ebenso einfach ist auch der Lampenhälter. In ein halbeiförmiges, am runden Ende in ein Gewinde *G* auslaufendes Holzstück wird eine enge Nuth geschnitten, in welche zwei harte Messingdrähte *D E* eingezwängt werden. Dieselben gehen von den Klemmschrauben *K L* aus, welche die Leitungsdrähte aufnehmen. Die Messingdrähte sind ebenfalls am Ende umgebogen und wird die Lampe ganz einfach in diesen Bug eingehakt. Lampe und Lampen-

Digitized by Google

hälter werden übrigens noch durch eine auf der Abbildung nicht sichtbare Drahtspirale zusammengehalten.

Als ausserordentliche Verhältnisse in einer elektrischen Beleuchtungsanlage sind zu betrachten, wenn das Material derselben, vorzugsweise die Ausschalter, Lampenhälter und die Leitungsdrähte, von atmosphärischen und chemischen Einflüssen angegriffen und beschädigt werden können. Als Typen solcher ausserordentlicher Verhältnisse sind jene zu betrachten, welche in Brauereien, Färbereien und vorzugsweise in Papierfabriken vorzufinden sind. Wir wollen uns hier blos mit den Papierfabriken befassen, weil dieselben am schwierigsten zu installiren sind und weil das für dieselben Gesagte auch für alle ähnlichen Etablissements gelten kann.

Fig. 76.



Bekanntlich ist das Chlor ein Gas, das, sowohl wenn es in freiem Zustande oder aber wenn es auch mit anderen Stoffen gebunden ist, mit allen Metallen eine innige Verbindung eingeht, d. h. mit anderen Worten dieselben angreift und ihre ursprüngliche chemische Beschaffenheit in eine andere, minder dichte und zusammenhängende umzuwandeln versucht. Dieses Gas ist nun in Papierfabriken in ausserordentlicher Menge vorhanden und seine schädliche Wirkung ist an allen in der Fabrik befindlichen metallischen Gegenständen nur zu augenscheinlich.

Digitized by Google

Die Elektricitätsleiter, d. h. die Kupferdrähte, lassen sich gegen die Einwirkung dieses Gases sehr leicht schützen, wenn sie nur ausgezeichnet isolirt sind. Unter allen Stoffen ist Guttapercha und reiner Kautschuk als Isolationsmaterial am widerstandsfähigsten. Setzen wir voraus, alle Löthstellen seien ausgezeichnet gemacht und mit einer solchen Sorgfalt hergestellt, wie man sie für Erdkabel und unterseeische Leitungen verlangt, so bleiben dennoch die Contactstellen für die Lampen übrig, welche nicht isolirt werden können, also der schädlichen Wirkung des Gases schutzlos ausgesetzt sind.

Die offenen Contactstellen lassen sich schon deshalb nicht vermeiden, weil auf die Auswechslung der Lampen gerechnet werden muss, welche, wie wir schon sagten, leicht und bequem soll stattfinden können. Wenn wir aber die vorhin erwähnten Sockel und Hälter der Lampen genau betrachten, werden wir finden, dass dieselben bei ausserordentlichen Verhältnissen nur theilweise in Betracht kommen können.

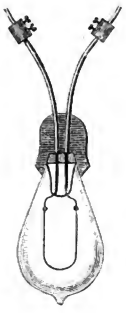
Der in Fig. 76 dargestellte Lampenhälter ist schon dort, wo blos allein Feuchtigkeit herrscht, nicht anzuwenden. Entweder schwillt das Holz auf und tränkt sich mit Feuchtigkeit, welche zwischen den Klemmen *K* und *L* eine Verbindung herstellt, oder aber, wenn das Holz hart und fest ist, condensiren sich auf dem Sockel der Lampe und am Umfange des Lampenhälters die Wasserdämpfe und die Feuchtigkeit der Luft, und stellen auf diese Weise eine Verbindung zwischen den nackt zu Tage liegenden Drähten her.

Gesellen sich nun zu den schädlichen Einwirkungen der Feuchtigkeit auch noch heftig agirende Gase und Säuren, so kann man an eine Anwendung von Lampen-

Digitized by Google

hältern mit offenen Contactstellen gar nicht denken. Was die Feuchtigkeit nicht verdirbt, wird von den Gasen angegriffen, die Metalltheile oxydiren und verlieren ihre Leitungsfähigkeit. Aber auch durch Anwendung von Lampenhältern mit verdeckten Contactstellen sind diese Uebelstände nicht so leicht zu beseitigen. Die chlorigen und schwefeligen Dämpfe dringen überall durch und zersetzen mit Hilfe des elektrischen Stromes die Contactstellen.

Fig. 77.



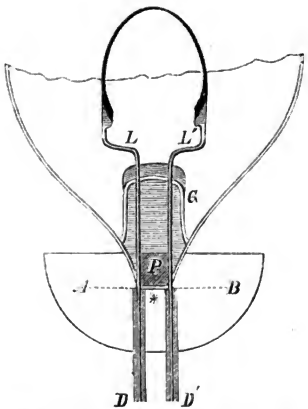
Setzen wir voraus, die Lampendrähte würden, wie in Fig. 77, in eine Art Pfropfen aus Kautschuk, Ebonit, Paraffin u. s. w. eingeschlossen und träten vollkommen gut isolirt aus demselben zu Tage, so werden wir doch nach einiger Zeit wahrnehmen, dass bei jedem Temperaturwechsel die Gase in den Pfropfen eintreten. Kautschuk oder Ebonit des Pfropfens und das Kupfer der Leitungsdrähte haben ungleiche Affinität und es wird daher zwischen ihnen immer ein kleiner leerer Raum bestehen, der mit freiem Auge vielleicht nicht wahrnehmbar ist, in Wirklichkeit aber doch besteht und gerade bedeutend genug ist, um der zerstörenden Eigenschaft der Gase freien Spielraum zu gewähren. Bei Herstellung dieser Pfropfen sind sowohl Drähte als auch das Isolirungsmaterial warm und schliessen vielleicht gut aufeinander; kühlen sich aber die fertigen Apparate einmal ab, so ziehen sich sowohl Drähte als Isolirungsmaterial zusammen und lassen zwischen sich einen freien Raum, von dem wir soeben gesprochen haben.

Man hat nun noch die Wahl, ein solches Isolirungsmaterial zu nehmen, welches unempfindlich gegen Tem-

Digitized by Google

peratureinflüsse ist, aber auch zugleich der Feuchtigkeit Widerstand leistet. Ein solches ist der Cement. Nun verändern aber die schwefeligen und chlorigen Gase die chemische Beschaffenheit des Cementes und machen ihn für elektrischen Strom sehr empfindlich. Ausserdem bleibt er im Guss, und zwar gerade an den Stellen, wo er auf den Lampendrähten aufliegt, porös und ist von Feuchtigkeit nicht frei zu machen. Bei einem solchen Lampenhälter aber genügt schon die geringste Spur von Feuchtigkeit, um zwischen den Lampendrähten eine Verbindung herzustellen, welche das Durchbrennen derselben zur Folge hat.

Fig. 78.



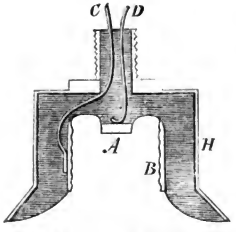
Wie wir aus Fig. 78 ersehen, sind bei *L* und *L'* die Lampendrähte in den Glaskörper *G* eingegossen. Sie verlassen denselben bei *A* und *B* und sind durch einen Korkstöpsel *P* von einander gehalten. Wenn wir auch annähmen, die Drähte seien von *A* und *B* angefangen sehr gut isolirt, so kann die Isolation schon aus rein mechanischen Gründen keine so vollkommene sein, dass der nackt aus dem Glaskörper tretende Draht sofort bei seinem Austritte von seiner Isolationsschicht so enganliegend umschlossen werde, dass auch nicht ein Atom von Feuchtigkeit an ihn heran könne. Ist das Isolationsmaterial schlecht, oder liegt es nicht dicht

Digitized by Google

an, so wird sich unbedingt unterhalb *P* an dem mit * bezeichneten Punkte eine Verbindung herstellen, und zwar entweder durch Feuchtigkeit oder durch Zersetzung des Isolationsmaterials.

Nicht nur, dass diese Art von Lampenhältern ihren Zweck nicht ganz erfüllt, indem sie trotz guter Isolirung doch der zerstörenden Einwirkung der Gase ausgesetzt ist und gegen das Eindringen von Feuchtigkeit nicht vollständig geschützt werden kann, ist sie auch unpraktisch, weil die Lampendrähte direct mit den Leitungsdrähten verbunden sind. Ist eine Auswechslung der Lampe vorzunehmen, so muss die Löthstelle aufgelöthet, mit den Drähten der neuen Lampe verbunden und wieder isolirt werden — eine umständliche Operation, die während des Betriebes gar nicht ausgeführt werden kann.

Fig. 79.



Man greift daher, ohne zu versuchen, gegen die Einwirkung der schädlichen Gase weiter anzukämpfen, am liebsten zum Schraubensystem zurück und wählt einen mit paraffinirtem Gyps oder mit Ebonit ausgefüllten Lampenhälter (Fig. 79), bei dem wir die Leitungsdrähte *CD* an die Contactstellen *AB* angelöthet finden, so dass die Auswechslung der Lampe (ohne irgend eine Aenderung an den Drähten selbst) stattfinden kann. Bei Wahl solcher von Edison hergestellter Lampenhälter ist darauf zu sehen, dass deren Metallhülle *H* von jedem Erdstrom frei bleibe, weil sonst der schon bei den Röhrenleitern besprochene Fall einer schädlichen Induction eintritt,

Digitized by Google

indem *H* als Condensator geladen wird und sich mit den Strömen des Hälters auszugleichen versucht. Es ist daher nicht anzurathen, diese Art von Lampenhältern an eisernen, im Mauerwerk verankerten Stangen anzubringen, sondern man thut am besten, die Hälter frei an langen Drähten aufzuhängen und dieselben so viel als möglich vom feuchten Mauerwerk und anderen Erdstromleitern zu isoliren.

Die Lichthälter.

Die Lichthälter lassen sich unterscheiden in:

1. Aufhängungen (suspensions),
2. Wandarme,
3. tragbare Lichthälter,
4. Laternen auf Candelabern und
5. tragbare Laternen.

Die Aufhängungen sind die am meisten in einer elektrischen Beleuchtungsanlage vorkommenden Lichthälter. Sie sind je nach der Localität, in welcher sie Verwendung finden, fixe oder schwingende. Die letzteren werden in Fabriken und überall dort, wo sie häufig Stössen oder anderen Zufälligkeiten ausgesetzt sind, den fixen vorgezogen.

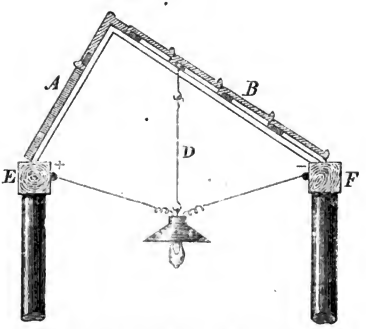
Fig. 80 zeigt uns die einfachste schwingende Aufhängung, wie sie zumeist in Spinnereien und Webereien und anderen trockenen Plätzen beliebt ist. *A* ist das Schiebefenster, von welchem aus das Local sein Licht erhält. Die gegenüberliegende Seite *B* des Dachstuhles ist gewöhnlich weiss gestrichen und reflectirt das allenfalls nach oben dringende Licht nach unten zurück. Bei *B* wird ein Haken eingeschraubt, in welchen ein steifer Eisen-

Digitized by Google

draht *D* zu hängen kommt, der den Lampenhälter mit Blechschirm trägt. Die Leitungsdrähte werden auf beiden Seiten der Dachstuhlträger *E F* mit Holzklemmen festgemacht. Von hier aus wird eine Abzweigung nach der Lampe genommen und werden die Drähte an ihrem Ende etwas aufgeringelt, damit sie gewissermassen elastisch werden.

Ueberall dort, wo es nicht gerathen ist, die Drähte frei in der Luft hängen zu lassen, was überhaupt thunlichst

Fig. 80.



möglichst vermieden werden sollte, kann man aus Tannenholz eine recht billige und praktische Aufhängung herstellen (Fig. 81). Dieselbe besteht aus einem etwa 4 Centimeter dicken Stange *A*, auf welche zwei dünne mit Nuthen versehene Leisten *B* aufliegen, in welche der Draht eingeschlossen wird. Am unteren Ende wird ein Holzplättchen *C* festgemacht, auf welches der Lampenhälter und der Schirm zu sitzen kommen. Am oberen Ende wird ein Haken eingeschraubt und man kann dergestalt den Lichthälter in einen anderen im Plafond angebrachten

Digitized by Google

Haken einhängen, so dass er frei schwingt. Die Drähte werden ebenfalls etwas geringelt, damit sie bei der Schwingung nicht abreissen.

Fig. 81a.

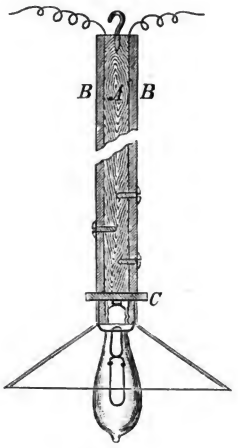


Fig. 81b.

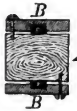
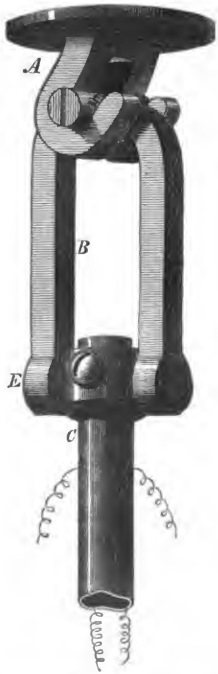


Fig. 82.



Eine schwingende Aufhängung aus Eisen zeigt uns Fig. 82. Der doppelzüngige Haken *A* wird an den Plafond geschraubt. In demselben bewegt sich die Gabel *B* seitlich, während die bei *E* verankerte Eisenröhre *C* nach

Digitized by Google

einer anderen Richtung schwingt. Mag daher der Stoss von welcher Richtung immer kommen, so wird die Aufhängung nie so erschüttert werden, dass die oberen Schrauben lose werden könnten. Die Drähte werden durch zwei in der Röhre befindliche Oeffnungen eingeführt und gehen in denselben zu einem Lampenhälter, welcher direct auf die Röhre aufgeschraubt wird.

Eine schwingende Aufhängung für zwei Lampen zeigt uns Fig. 83. Dieselbe besteht aus einem Dreieck

Fig. 83.

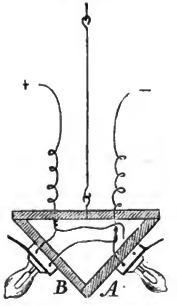
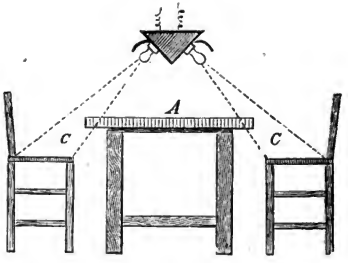


Fig. 84.



von Holz, auf dessen Seiten *A* und *B* die hölzernen flachen Lampenhälter angeschraubt sind. Diese Gattung von Lichthältern findet vorzugsweise Verwendung in Hutfabriken u. s. w., also überall dort, wo mehrere Arbeiter an einem Tische sitzen und das Licht in ihrer nächsten Nähe haben müssen. Es wird hier verlangt, dass das Licht nicht nur (Fig. 84) allein auf den Tisch *A*, sondern auch ausserhalb desselben nach *c*, in den Schoss des Arbeiters falle, weil die Arbeit selbst ausserhalb der Tischfläche geschieht. Ein einfacher Schirm aus Bristol-

Digitized by Google

Carton oder aus weisslackirtem Blech schützt die Augen der Arbeiter vor dem Lichte; will man keine Schirme anwenden, so kann man auch Lampen aus mattem Glase nehmen, doch verliert man hierdurch viel an Licht.

Diese Aufhängung lässt sich in beliebiger Länge herstellen. Sie kann auch fix gemacht werden, doch ist es besser, selbe schwingend zu machen, weil beim Herumhantiren auf dem Tische oft an den Lichthälter angestossen wird und derselbe aus den Schrauben gerüttelt werden würde. Damit nicht viel Licht verloren gehe, darf diese Aufhängung nicht zu hoch angebracht werden, doch darf sie auch nicht zu nieder sein, weil die geworfenen Schatten in diesem Falle zu dunkel ausfallen. Am besten ist es, sie 65 Centimeter oberhalb der Tischfläche anzubringen.

Fig. 85.

Zu den schwingenden Aufhängungen zählen auch jene, bei welchen der Lampenhälter ganz einfach an den Drähten befestigt und diese selbst mit einem isolirenden Material dermassen umsponnen werden, dass sie ein einziges, rohrähnliches Stück bilden (Fig. 85). Diese Art von Aufhängung ist besonders dort sehr praktisch, wo man das Licht leicht von seinem Platze rücken will, um in einem begrenzten Kreise genau zu sehen, z. B. an Drehbänken, an Vacuumpfannen und anderen Siede-Apparaten, an Manometern und anderen Indicatoren u. s. w.

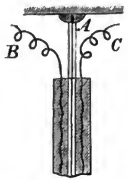
Da bei häufigem Gebrauch solcher Aufhängungen die Leitungsdrähte leicht der Gefahr des Reissens ausgesetzt sind, indem man ein gewisses Zerren doch nicht

Digitized by Google

leicht vermeiden kann, wird zu den zwei Drähten ein dicker starker Faden *A* (Fig. 86) eingesponnen, der bedeutend länger ist, als die Leitungen *B* und *C*. Wird nun an dem Apparat gezerrt, so ist es der Faden, welcher der Anstrengung auszuhalten hat, während die Drähte selbst von derselben gar nicht behelligt werden.

Damit die Leitungsdrähte recht biegsam seien und sich jeder Bewegung vollkommen anschmiegen, werden sie aus feinen Kupferfäden hergestellt, so dass ein Leitungsdraht, welcher 1 Quadratmillimeter Querschnitt hat, beiläufig aus 30 feinen Metallfäden besteht. Wo es gilt, blos eine einzige Lampe mit solchem Draht zu speisen, kann man ihn ohne Bedenken anwenden, will man selben aber für mehrere Lampen, oder für eine Lampe von grossem Kraftverbrauch (z. B. Glühlichtlampen von 50 und 100 Kerzen) anwenden, so muss man sehr vorsichtig in der Auswahl des Materials sein. Die feinen Fäden, wie sie aus der Fabrik kommen, sind vielleicht so gut zusammengedreht, dass sie ein beinahe einiges und einziges metallisches Ganze bilden; ist der Draht aber einmal in Gebrauch, werden die Fäden durch den Strom steifer und gebrechlicher, und es verliert ein solcher Fadendraht dann ungemein viel von seiner Leitungsfähigkeit.

Fig. 86.



Ausserdem giebt es sehr viel schmiegsame Drähte, welche sehr schlecht, meistens nur durch ein Wollengespinnst von einander isolirt sind. Will man solchen Draht für eine verstellbare Lampe verwenden, so verlange man, dass jeder Draht mit einer dichten Kautschuklage umgeben und eine wenigstens zwei Millimeter dicke

Digitized by Google

Umspinnung habe, so dass der Durchmesser des Ganzen wenigstens 1 Centimeter hat. Nur dergestalt arrangirte schmiegsame Leiter mit zwei Drähten können Anspruch auf Dauerhaftigkeit und Leistungsfähigkeit machen.

Fig. 87.

Zu fixen Aufhängungen wählt man als praktischestes und billigstes Material zumeist Eisenröhren, welche am unteren Ende mit einem Gewinde versehen sind, an welches der Lampenhälter angeschraubt wird. Der obere Theil wird in ein Rondell (Fig. 87) eingeschraubt, welches seinerseits mit zwei Schrauben am Plafond befestigt wird. Will man die Drähte frei eintreten lassen, so dass man an selben beliebig Veränderungen vornehmen kann, wählt man ein aufgebauschtes Rondell (Fig. 88), in dessen Mulde der aufgeringelte überflüssige Draht verborgen werden kann.

Fig. 88a.

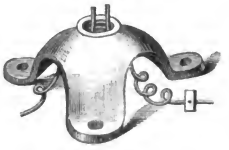


Fig. 88b.

Bei fixen Aufhängungen aus Metall hat man sorgfältigst darauf zu sehen, dass dieselben von der Erde so gut als möglichst isolirt sind. Anfänglich hatte man dieselben dermassen festgemacht, dass man in den Plafond eichene Dübel trieb, auf welche die Aufhängung direct angeschraubt wurde. Ist der Plafond feucht, so kann man mit Sicherheit darauf rechnen, dass sich in der Aufhängung ein schädlicher Inductions-

Digitized by Google

strom entwickeln werde, welcher die in der Röhre eingeschlossenen Drähte früher oder später durchbrennen macht.

Man hat daher die Aufhängung durch eine dicke Holzscheibe vom Mauerwerk zu isoliren. Die zur Verwendung kommenden Dübel sollen 6 bis 7 Centimeter lang und 3 Centimeter dick sein. Die Kanten sollen so scharf als möglich sein; am unteren Ende wird der Dübel etwas zugestutzt, damit er leichter in's Mauerwerk dringe (Fig. 89). Nachdem mit einem Meissel ein der

Fig. 89.

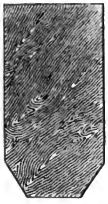
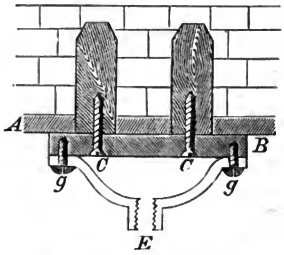


Fig. 90.



Dübeldicke entsprechendes viereckiges Loch geschlagen worden war, wird in dasselbe Gyps oder Cement geschmiert, der Dübel selbst wird ebenfalls in den Kalk getaucht und so in das Loch getrieben.

Es ist gut, den Plafond an jener Stelle, wo die Holzscheibe angebracht werden soll, vom Mörtel frei zu machen. Der Dübel steht über das Ziegelwerk einen Centimeter weit hinaus (Fig. 90); wird hernach der fehlende Mörtel nachgeputzt, so trägt die den Dübel umgebende reine Mörtelschicht *A* viel zur Haltbarkeit desselben bei. Die Holzscheibe *B* wird an die Dübel mit

Digitized by Google

den Schrauben *C C* festgemacht. Auf die Scheibe kommt das Kopfende *E* der Aufhängung zu sitzen. Bei Anbringung desselben muss man Acht haben, dass die Schrauben *g* nicht die Schrauben *C C* berühren oder in's Mörtelwerk eindringen, weil ansonsten der Zweck der Holzscheibe, die Isolirung der Aufhängung vom Erdstrom, verfehlt wäre.

Will man bereits bestehende Gasleitungen zu Aufhängungen benützen, so hat man dieselben umso sorgfältiger von der Erde zu isoliren, als die einzelnen Theile der Leitung durch die Zuströmrohre mit der Erde in inniger Verbindung stehen. Gewöhnlich sind die Gaslustres ebenfalls auf Holzscheiben angebracht, aber letztere sind in den Plafond eingemauert. Man schraube dann auf diese Scheibe eine zweite, welche die Aufhängung trägt.

Sehr oft ist es der Fall, dass bei solchen Installationen, wo das Gaslicht durch das elektrische Licht ersetzt werden soll, der Eigenthümer der betreffenden Localität seine Gaseinrichtung ungeschmälert beibehalten möchte und es wünscht, dass die elektrischen Apparate mit Benützung der bereits bestehenden Gaslichthälter angebracht werden sollen.

Ein solches Verlangen zu erfüllen ist sehr leicht, wenn man sicher ist, eine ausgezeichnete elektrische Maschine vor sich zu haben, wenn die betreffende Localität trocken ist und auch die Gasleitung in trockenem, sehr schlecht leitendem Boden sich befindet. Dann kann man ruhig die Drähte an die Gasröhren legen und sie längs derselben an den Lampenhälter führen, welcher seinerseits durch einen Raccord (Fig. 91) an die Gasaufhängung befestigt wird.

Digitized by Google

Wo aber diese günstigen Verhältnisse nicht bestehen, muss man trachten, die Drähte von den Gasröhren so viel als möglich ferne zu halten (Fig. 92). Der Raccord *A* selbst wird durch ein Stück Kautschuk

Fig. 91.

oder durch Holz von der Gasröhre *B* isolirt, so dass er mit selber keinen metallischen Contact hat.

Fig. 92.

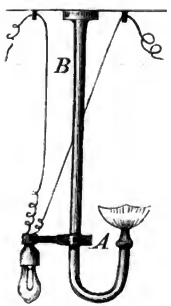


Fig. 93.

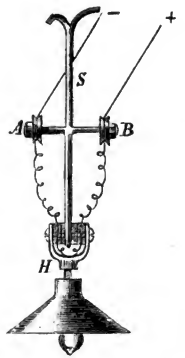


Fig. 93 zeigt uns eine Aufhängung aus Eisen, welche in feuchten Räumen zur Anwendung kommt. Wir sehen an derselben zwei Porzellan-Isolatoren *A B*, über welche die Leitungsdrähte zum Lampenhälter *H* gelangen. Der letztere ist durch Scheiben aus ölgetränktem Holz oder aus Hartgummi von der Stange *S* isolirt, so

Digitized by Google

dass selbe weder mit den Drähten noch mit dem Lampenhälter in metallische Berührung kommt. Aehnlich soll es auch mit den zur Verwendung kommenden Gasröhren geschehen, da selbe ebenso wie die in den Plafond eingemauerte Stange *S* gute Erdleiter sind.

Wenn blos alte Gasapparate zur Verwendung kommen sollen, ohne dass selbe auch weiterhin für Gaslicht benützt werden, so unterbreche man vor Allem ihre Communication mit den Leitungsröhren. Ist der Apparat dermassen isolirt, so kann man nach Belieben

Fig. 94 a.

Fig. 94 b.

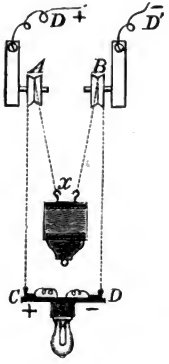
mit ihm verfahren und die Drähte entweder innerhalb oder ausserhalb der Röhre ziehen. Dieselbe hat gewöhnlich einen genügend grossen Durchmesser, dass die beiden gut isolirten Leitungsdrähte bequem in ihr Platz finden können, blos die aus Messing bestehenden Endstücke, in welche die Brenner eingeschraubt sind, haben durchschnittlich einen solch kleinen Durchmesser, dass die Drähte entweder gar nicht oder nur nach Abschabung eines Theiles ihrer Isolirung durchgezwängt werden können. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man Raccorde in Anwendung gebracht, welche mit Beseitigung des Endstückes der Gasröhre anstatt desselben

Digitized by Google

direct auf die Röhre aufgeschraubt werden. Die Gasröhre wird bei *A* eingeführt. Die Drähte verlassen das Ansatzstück bei *B* und treten direct in den dortselbst angeschraubten Lampenhälter ein.

Zu den fixen Aufhängungen zählen auch noch die verschiebbaren. Eine sehr einfache zeigt uns Fig. 95. Dieselbe besteht aus zwei Messingrollen *A* und *B*, welche durch die Lager, in welchen sie sich drehen, mit zwei Contactstellen verbunden sind, in welchen die Drähte *D D'* mit Schrauben festgemacht werden. Auf diesen Rollen laufen zwei biegsame dünne Kupferseile, welche bei *C* und *D* mit dem Lampenhälter verbunden sind. Ihre beiden anderen Enden laufen bei *x* in ein Gegengewicht aus, welches mit Holz umkleidet ist, so dass die beiden Seile von einander isolirt bleiben. Je nach Bedarf wird die Lampe auf- oder abgeschoben, wobei die Seile stets auf den Rollen laufen und von diesen den Strom empfangen.

Fig. 95.

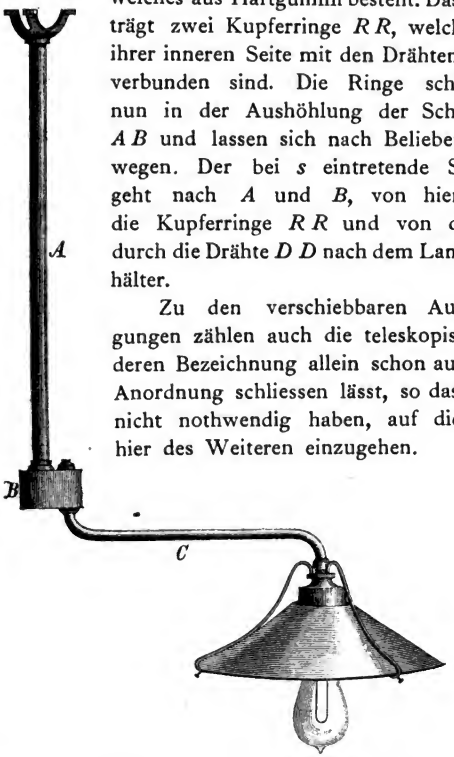


Etwas complicirter ist die in Fig. 96 dargestellte verschiebbare Aufhängung. Dieselbe besteht aus einer festen Stange *A*, einem Gelenk *B* und einem Arm *C*, welcher den Lampenhälter mit Schirm trägt. Das Gelenk selbst besteht aus einem festen und einem beweglichen Theil. Der erstere hat zwei Kupferschienen *A B*, welche auf einem Stück harten Holzes befestigt sind. Seitlich sitzen die zwei Schrauben *S*, welche die vom Plafond kommenden Drähte aufnehmen. Die zwei Schienen, von

Digitized by Google

einander isolirt, haben eine kreisrunde Oeffnung, in welche genau das Armstück *C* passt, welches aus Hartgummi besteht. Dasselbe trägt zwei Kupferringe *R R*, welche an ihrer inneren Seite mit den Drähten *D D* verbunden sind. Die Ringe schleifen nun in der Aushöhlung der Schienen *A B* und lassen sich nach Belieben bewegen. Der bei *s* eintretende Strom geht nach *A* und *B*, von hier auf die Kupferringe *R R* und von diesen durch die Drähte *D D* nach dem Lampenhälter.

Fig. 96.



Zu den verschiebbaren Aufhängungen zählen auch die teleskopischen, deren Bezeichnung allein schon auf ihre Anordnung schliessen lässt, so dass wir nicht nothwendig haben, auf dieselbe hier des Weiteren einzugehen.

Die geschilderte Art von Aufhängungen findet zumeist Verwendung in Bureaux, über Schreib- und

Digitized by Google

Zeichentischen. Sie werden auch mehrarmig hergestellt, doch sind sie alle von geringem praktischen Werthe und ist ihnen eine tragbare Lampe vorzuziehen.

Bei mehrarmigen Aufhängungen hat man besonders darauf zu sehen, dass die Leitungsdrähte leicht zugänglich seien. In neuerer Zeit hat man Lustres bis zu fünfzig Armen, bei welchen auch nicht ein einziger Draht von aussen sichtbar ist. Das mag wohl sehr schön sein und dem Laien nicht geringes Kopfzerbrechen verursachen, praktisch aber ist die Sache nicht; sie ist im Gegentheile zu verdammen. Die Drähte werden gewöhnlich in die engen Arme eingezwängt, beim Durchziehen durch die rauhen Röhren schabt sich die Isolation ab und es währt nicht lange, versagt ein oder der andere Draht seinen Dienst. Um den Fehler zu repariren, hat man oft nothwendig, den ganzen Lustre zu demontiren, die Kreuz und die Quer nach der Fehlerstelle zu suchen, und hat man sie gefunden, bleibt auch nichts Anderes übrig, als den hergestellten Draht von neuem wieder einzuzwängen.

Besonders ist dies der Fall, wenn findige Fabrikanten alte Gaslustres neu aufpolirep und dieselben für „Elektroliers" ausgeben und so thun, als wäre der Lustre eigentlich. blos für die Zwecke elektrischer Beleuchtung construirt worden. Da findet man die Drähte oft dermassen malträtirt und hineingepfuscht, dass es mehr wundernimmt, wenn die Sache überhaupt hält, als wenn sie versagt.

Mit ein wenig Geduld und ein bischen Mühe kann man selbst auf den prächtigsten Lustre die Drähte von aussen dermassen aufmontiren, dass sie mit freiem Auge nicht leicht sichtbar, dennoch aber leicht zugänglich und zu allen Zeiten leicht revidirbar sind. Von einem

Digitized by Google

speciell zu elektrischen Beleuchtungszwecken hergestellten Lustre aber verlangen wir, dass die in selbem eingeschlossenen Drähte bequem und gut isolirt liegen und dass eventuelle Reparaturen leicht besorgt werden können.

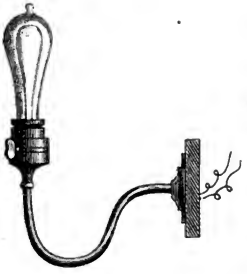
Man hat versucht, die Metallmasse der Lustres selbst als Leiter zu benützen, und zwar als negativen, so dass blos ein einziger Draht, der positive, nothwendig wäre, welch letzterer leicht untergebracht werden kann; dies hat sich aber nicht bewährt. Abgesehen davon, dass es eine Unzukömmlichkeit ist, einen elektrischen Leiter (in diesem Falle der Lustre selbst) unisolirt zu lassen, kommt noch hinzu, dass im Falle eines kurzen Schlusses der ganze Lustre sich erwärmt und an der schadhaften Stelle zu schmelzen beginnt, was neben der imminenten Feuersgefahr auch eine Unbrauchbarmachung des ganzen Apparates in sich schliesst. Ausserdem ist es schwierig, die Aufhängung von der Erde zu isoliren und ist auch eine Auswechslung der Lampen während des Betriebes unmöglich, da man bei blosser Berührung des Apparates starke Zuckungen im Körper verspürt und jedwede metallische Masse, sei es nun ein Werkzeug oder ein Ring am Finger oder eine Uhrkette, zum kurzen Schluss genügt, wie dies schon öfters vorgekommen ist.

Die Wandarme werden ebenso wie die Aufhängungen in verschiedenen Formen hergestellt. Die einfachste derselben ist die in Fig. 97a dargestellte. Dieselbe besteht aus einer einfach gebogenen Eisenröhre, auf welche der Lampenhälter aufgeschraubt ist. Die Lampe steht entweder nach oben oder sie hängt nach unten (Fig. 97b). Es ist viel darüber gestritten worden, welche Art wohl die bessere sei. Wir unsererseits meinen, dass

Digitized by Google

in feuchten Räumen, wo sich die Dämpfe auf den Wandarm niederschlagen und eventuell auch in den Lampenhälter eindringen könnten, es vortheilhafter sei, die Lampe nach oben stehen zu lassen.

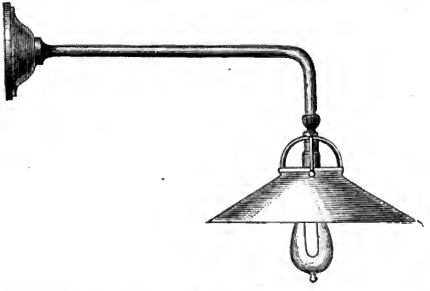
Fig. 97a.



Was von der Isolirung der Aufhängungen gesagt wurde, gilt auch von den Wandarmen, und zwar in erhöhtem Masse. Die letzteren sind der Erde viel näher als die Aufhängungen und also auch viel mehr der zerstörenden Wirkung des Erdstromes ausgesetzt.

Eine wahre Geduldprobe hatten die Elektriker in einer der grösseren Beleuchtungsanlagen des Continents

Fig. 97b.

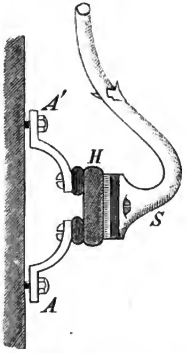


mit Wandarmen zu bestehen. Dieselben waren in eine Art von Tunnel angebracht, der sowohl vom Grund als auch von der über ihm liegenden Grund- und Kiesschichte Feuchtigkeit erhält, so dass das Wasser über

Digitized by Google

die Wände trieft. Anfänglich hatte man die aus Bronze angefertigten Wandarme auf Dübel geschraubt. Das Metall stand also durch die feuchten Dübel direct mit der Erde in Verbindung. Die nächste Folge davon war, dass die Drähte an der Stelle, wo sie in den Wandarm eintraten und denselben an erster Stelle berührten, abbrannten. Nun isolirte man die Wandarme durch hölzerne Scheiben, welche man auf die bereits vorhandenen Dübel schraubte. Nach einigen Wochen waren auch die Holzscheiben feucht geworden und die Drähte brannten wieder ab. Man stellte Versuche mit Hartgummischeiben an und erzielte auch kein besseres Resultat, weil die Feuchtigkeit der Mauer sich äusserlich auch auf die Hartgummischeibe übertrug und über dieselbe hinweg Verbindung mit der Erde herstellte. Erst dann, als man die Feuchtigkeit verhinderte, zu den Armen zu dringen, hörten die Uebelstände auf.

Fig. 98.



Zu diesem Zwecke war man genöthigt (Fig. 98), an der Mauer zwei Streben *AA'* anzubringen, auf welche zuerst Rondellen aus Hartgummi und erst dann die Holzscheibe *H* zu sitzen kam. Der Arm *S* selbst wurde nicht direct auf die Holzscheibe aufgeschraubt, sondern erhielt noch eine Unterlage aus Kautschuk. Dermassen isolirt, konnte die Feuchtigkeit und also auch der Erdstrom dem Wandarm nichts mehr anhaben.

Wir haben diesen Fall hier blos erwähnt, um die Wichtigkeit und Nothwendigkeit einer guten Isolirung

Digitized by Google

der Lichthälter vom Mauerwerk darzuthun, besonders dort, wo dasselbe feucht ist.

Besonders von den Wandarmen wird verlangt, dass sie beweglich seien. Eine praktische Gattung derselben ist die in Fig. 99a dargestellte. Der Draht wird vor dem

Fig. 99 a.

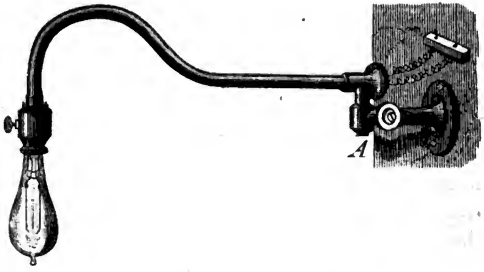
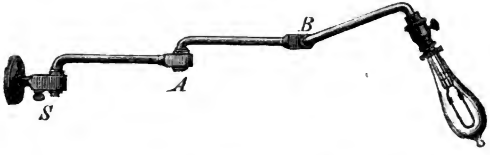


Fig. 99 b.



Eintritt in den Arm aufgeringelt, damit er elastisch sei, der Arm selbst bewegt sich um eine feste Achse *A*.

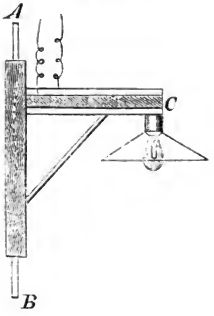
Für Bureaux anzuempfehlen ist die in Fig. 99b dargestellte Form. Dieselbe hat zwei Gelenke *A* und *B*, welche beide in verschiedener Richtung, *A* in seitlicher, *B* von oben nach abwärts bewegt werden kann. Die Anordnung der Gelenke ist dieselbe wie die bei den beweglichen Aufhängungen geschilderte. Bei Fig. 99b bemerken wir

Digitized by Google

ausserdem noch eine Ausschaltevorrichtung *S*, welche es gestattet, die Lampe auszulöschen, respective den Strom zu unterbrechen, ohne erst nach der am Ende des Armes angebrachten Lampe langen zu müssen.

Für Fabriken empfiehlt sich der in Fig. 100 dargestellte aus Holz gefertigte bewegliche Wandarm in Galgenform. Derselbe bewegt sich an seinen Enden *A* und *B* in einem einfachen Holzring. Die Drähte werden in den Nuthen des Balkens *C* untergebracht und mit schwachen Leisten zugedeckt.

Fig. 100.



Die Laternen. Ueber dieselben ist nichts Besonderes zu sagen, da dieselben in ihrer Anordnung beinahe vollständig mit jenen übereinstimmen, welche gegenwärtig für einfache Oel- und Gasbeleuchtung allgemein im Gebrauche sind. Der Monteur hat vorzüglich darauf zu sehen, dass der in den Laternen befindliche Lampenhälter so sorgsam als möglich gegen Feuchtigkeit und andere Witterungseinflüsse geschützt sei.

Wo gusseiserne Candelaber in Verwendung kommen, zu welchen die Drähte unterirdisch geführt werden, vermeide man, dass die Drähte den Candelaber berühren. Im Innern des Candelabers lasse man die Drähte in Ebonitröhren oder in hölzernen Rinnen laufen.

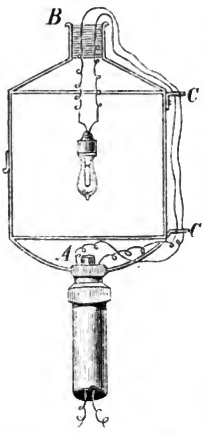
Fig. 101 zeigt uns die Anordnung einer gewöhnlichen Laterne für Glühlicht. Die in der Candelaberröhre laufenden Drähte treten, gut isolirt, bei *A* zu Tage und laufen dann in zwei, seitlich von den Gerippen an-

Digitized by Google

gebrachten Glas- oder Hartgummiringen, nach oben, wo sie bei *B* durch einen Holzstöpsel hindurch in das Innere der Lampe treten. Es wäre viel einfacher, den Lampenhälter sofort bei *A* anzubringen, dagegen giebt es aber zwei gegründete Bedenken.

Würde nämlich der Lampenhälter schon bei *A* angebracht, so würde er, da der untere Theil der Lampe offen ist, dem Regen und Schnee ausgesetzt sein, während er in der gegenwärtigen Position gegen Witterungseinflüsse vollkommen geschützt ist. Ausserdem müsste der Lampenhälter auf irgend ein Gestänge, womöglich auf ein Holzplättchen aufgeschraubt werden, was jedoch einen Schatten nach unten werfen würde, der sich ziemlich unangenehm fühlbar machen würde.

Fig. 101.



Bei einer Laterne hat man darauf zu sehen, dass das Licht nach unten womöglich ungehindert gebracht werde, und dass die den Strahlen etwa entgegenstehenden Brecher, als das Gerippe der Lampe, der Brenner selbst u. s. w. so dünn als möglich ausfallen. Der obere Theil der Laterne, ihre Kappe, kann, wenn die Laterne über 3 Meter hoch angebracht wird, mattweiss gestrichen werden, um das etwa nach oben dringende Licht nach dem Boden zu reflectiren.

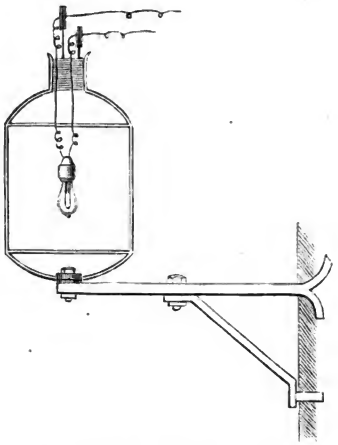
Gewöhnlich werden die Laternen $2^1/_2$ bis 3 Meter hoch über dem Fussboden angebracht. Ihre Leuchtfähig-

Digitized by Google

keit erstreckt sich bei einer 16kerzigen Lampe auf 70 Meter im Umkreise. Dennoch aber werden sie näher zu einander gebracht, da das über 40 Meter hinausgeworfene Licht schon ziemlich schwach ist.

Sollen die Laternen den Eintritt von Gebäuden erleuchten, so sind sie am besten in der Mitte der Front

Fig. 102.



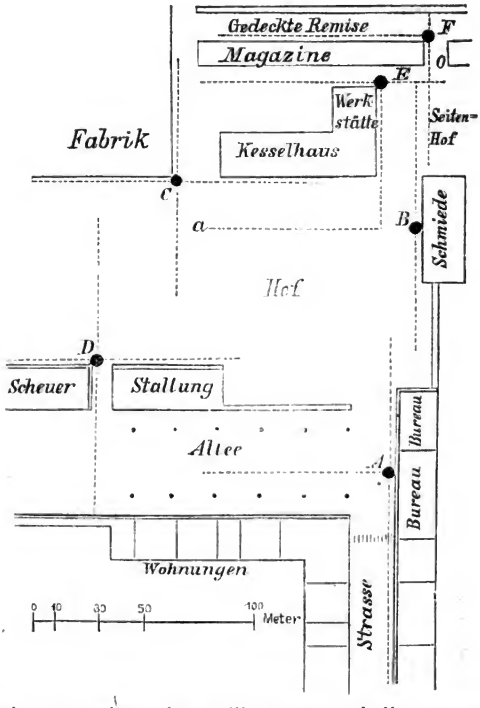
anzubringen. Andernfalls werden sie am Vortheilhaftesten ihren Platz an den Ecken der Gebäude finden. Fig. 102 zeigt uns eine Laterne, wie sie an dem Mauerwerk angebracht werden, Fig. 103 ein Laternen-Vertheilungssystem für einen grossen Fabrikscomplex.

Die Laterne *A* erleuchtet die Strasse, respective die Zufuhr zum Fabrikshofe bis auf eine Strecke von 40 Metern in genügender Weise. Ausserdem wirft sie

Digitized by Google

ihr Licht auf eine Entfernung von 70 Metern in die vor ihr liegende Allee. Die Front der Bureaux und der

Fig. 103.



Eintritt zu selben ist vollkommen erhellt, ausserdem gehen die Strahlen noch in den Fabrikshof hinaus. Dort begegnen sie dem Lichte der Laterne *B*, welche die Front der Schmiede erleuchtet und ebenfalls den Hof

Digitized by Google

mit Licht versorgt. *C* erleuchtet den Hof und die Front des Kesselhauses, sowie die Front der Fabrik, *D* die Front der Stallung, einen Theil der Allee und den Hof; *E* beleuchtet die Gasse zwischen Werkstätte und Magazin, sowie die Front der Werkstätte, *F* die Durchfahrt und die gedeckte Remise.

Eine scheinbare Lichtverschwendung ist im Seitenhofe wahrnehmbar. In demselben treffen die Strahlen von *E*, *F* und *B* zusammen. Doch können die Laternen nicht anders gesetzt werden, als sie es wirklich sind. Von *B* aus gelangen nur wenige Strahlen nach dem Seitenhof, da die Schmiede das ganze Licht nach vorne gegen *a* wirft; *F* muss am Eck der Magazine angebracht bleiben, um sowohl die Remise, als auch die Durchfahrt *O* zu erleuchten, *E* hat hauptsächlich die Gasse zwischen Kesselhaus und Magazin zu erleuchten und erhellt zu gleicher Zeit auch die Front der Werkstätte, die von *B* aus nur wenig Licht bekommen würde.

Die tragbaren Lampen weisen nicht viel Varietäten auf. Dieselben bestehen zumeist aus einem Holz- oder Metallgestelle, durch dessen Mitte die Drähte zu dem Lampenhälter laufen. Dieselben endigen entweder in einen Ausschalter oder aber sind sie direct mit der Hauptleitung verbunden. Sie finden zumeist Gebrauch in Bureaux und sind daselbst auch recht praktisch zu verwenden.

Am besten ist es, die tragbare Lampe ganz unabhängig von den Leitungen zu machen. Man lässt die letzteren in eine Art von Stromabnahmestelle auslaufen und schraubt in selbe einen Contactpfropfen ein, von dem die Lampendrähte ausgehen (Fig. 104). Der Arm *A*, in welchen die Lampendrähte eingeführt werden, kann

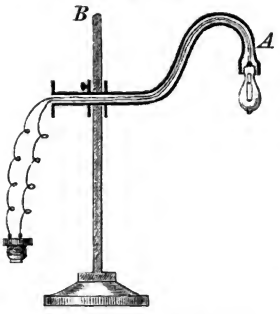
Digitized by Google

längs eines Gestelles *B* auf- und abbewegt werden, so dass die Lampe je nach Belieben höher oder niederer placirt werden kann.

Zu den tragbaren Lampen können auch jene gerechnet werden, welche wohl von einer Stromabnahmestelle an die andere gebracht werden können, jedoch an dieser Stelle nicht gut verschoben werden können.

Bei Lampen, welche auf Tischen in einem Boudoir, in einem Rauchzimmer u. s. w. angebracht werden sollen, kann man die Leitungsdrähte unmöglich vom Plafond oder seitlich von den Wänden auf den Tisch gelangen lassen, da sie überall im Wege sind und leicht beschädigt werden können. Als Beispiel einer Anordnung von Tischlampen in einem Salon möge folgende dienen (Fig. 105).

Fig. 104.



Die Leitungsdrähte laufen von den Wänden herab auf das Parquet. Hier werden sie unter dem Teppich *T* verborgen und laufen zu den Stromabnahmestellen. Die erste *A* sitzt auf dem Teppich ganz lose auf, sie wird blos von den Leitungsdrähten niedergehalten, welche durch den Teppich hindurch gesteckt werden. Im Falle der Tisch von seiner Stelle gerückt werden sollte, kann dies ohne Gefahr für die Drähte geschehen, indem blos der Pfropfen bei *A* ausgeschraubt zu werden braucht.

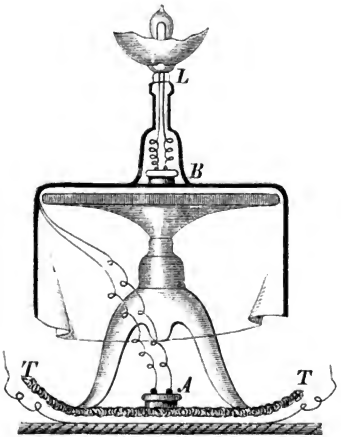
Von *A* aus gehen die Drähte, von der Tischdecke verhüllt, nach *B*, welche Stelle ebenfalls frei auf der

Digitized by Google

Tischdecke aufsitzt, so dass dieselbe jederzeit von ihrem Platze bewegt werden kann. Die Lampe *L* selbst hat ihre in einen Pfropfen endigenden Drähte in ihrem Gestelle verborgen.

Tragbare Lampen und Laternen giebt es noch solche, in welchen die Elektricitätsquelle im Gestelle

Fig. 105.



selbst eingeschlossen ist. Der Lichtwerth einer solchen Lampe geht nie über 4 Kerzen hinaus. Die Elektricitätsquelle besteht entweder aus einem Accumulator oder aber aus einer Batterie hochgespannter Elemente. Praktische Verwendung finden solche Lampen nur für specielle Zwecke, in den allgemeinen Gebrauch werden sie ihrer Kostspieligkeit und der Umständlichkeit ihrer Bedienung halber schwerlich übergehen.

Digitized by Google

Allgemeines.

Erfahrungsmassregeln für die Montage.

Das sicherste Mittel, eine Glühlichtanlage rasch und gut herzustellen, ist, sich vor Allem mit der betreffenden Localität auf das genaueste vertraut zu machen.

Der gewöhnliche Geschäftsgang bei Unternahme einer elektrischen Anlage ist folgender: Der betreffende Client drückt den Wunsch aus, sein Etablissement mit elektrischem Licht zu beleuchten und wünscht etwas Gutes und zugleich auch sehr Billiges. Hierauf wird ihm geantwortet, vor Allem einen genauen Plan seines Etablissements einzusenden. Entweder hat der Client gar keinen zur Verfügung, oder aber er besitzt blos Detailpläne, welche er nicht aus der Hand geben mag, oder aber er besitzt einen Generalplan, der jedoch schon lange nicht mehr richtig ist, da seit seinem Entstehen gar Vieles verändert wurde.

In allen Fällen schickt der Client einen Plan ein, auf welchem die nackten Mauern, hier und da auch die Transmissionen und die Disposition der Maschinen verzeichnet stehen, welcher aber dem Monteur selbst gar keine genauen Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Anlage und ihrer Schwierigkeiten bietet.

Auf Grund dieses Planes wird das Geschäft abgeschlossen und es werden immer auf Grund dieses Planes beiläufige Berechnungen über Draht und Materialverbrauch angestellt und wird mit kühnen Strichen das Leitungsnetz entworfen.

Mit diesem Plan in der Tasche langt der Monteur auf dem Schauplatz seiner Thätigkeit an. Hier muss er

Digitized by Google

aber bald die unangenehme Erfahrung machen, dass der Plan nicht richtig sei, und dass die auf demselben schnurgerade gezogenen Linien des Leitungsnetzes eigentlich sehr krumm ausfallen werden. Hier hindert eine Transmission die Passage der Leitung, dort giebt es wieder eiserne Traversen, von welchen im Plane gar nichts steht; hier giebt es Feuchtigkeit, dort hindert wieder eine Maschine an der Anbringung der Apparate, kurz und gut, der so wohl überdachte, so schön ausgeklügelte Plan taugt keinen Heller.

Ein Situationsplan ist dem Monteur unbedingt nothwendig. Die Einzeichnung der Leitungen aber soll erst an Ort und Stelle geschehen, weil unter hundert Fällen die eingesendeten Pläne neunzigmal den wirklichen Bedürfnissen nicht entsprechen. Ebenso häufig kommt es vor, dass der betreffende Client seine bereits gegebenen und im Plane verzeichneten Dispositionen zu ändern wünscht, und noch häufiger ist es, dass die vom Clienten herrührenden Angaben deswegen falsch sind, weil derselbe sowohl über die Lichtstärke, als auch über die Anordnung derselben keinen klaren Begriff hatte.

Der Monteur hat daher vor Allem den ihm zur Verfügung stehenden Plan mit der zu beleuchtenden Localität genau zu vergleichen, und zuerst die Punkte, wo die Lichtstellen angebracht werden sollen, ganz genau einzuzeichnen. Bei dieser Arbeit hat entweder der Client oder der Vertreter desselben, welcher über die wirklichen Lichtbedürfnisse der Localität vollständig im Klaren ist, hilfreiche Hand zu leisten und nach reiflicher Erörterung der an jede einzelne Lichtstelle herantretenden Anforderungen die Oertlichkeit der Lampen unabänderlich festzustellen.

Digitized by Google

Nachdem dies geschehen, hat der Monteur die Hauptleitung in den Plan mit Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse einzuzeichnen, und zwar derart, dass die Leitung womöglichst in der Mitte der Lampengesammtheit liege. Er hat sich in diesem Momente für die Art und Weise zu entscheiden, wie das Leitungsnetz ausgeführt werden soll, ob die Zweigleitungen offen bleiben oder wieder zur Hauptleitung zurückkehren sollen u. s. w.

Ist auf diese Weise der Plan vollständig festgestellt, kann mit den ersten Installationsarbeiten begonnen werden. Man erkundige sich bei dem Clienten um die Persönlichkeit, welcher späterhin die Führung und Wartung der Anlage anvertraut werden wird und bestehe im Interesse des Clienten selbst darauf, dass diese Persönlichkeit bei der Montage anwesend sei und an derselben thätig mitarbeite, um sowohl über das Technische der Anlage, als auch über die Dislocation des ganzen Leitungsnetzes in allen seinen Details am Laufenden zu sein.

Bei kleineren Anlagen sind es zumeist die Wärter der Dampfmaschine, welche mit der Wartung der Anlage betraut werden können. Dieselben sind gewöhnlich geprüfte Leute und ausgelernte Mechaniker, welche die für die Wartung der Dynamo nothwendige Intelligenz besitzen. In grösseren Anlagen wähle man den Vorsteher der mechanischen Werkstätte, einen intelligenten Aufseher oder eine andere Person, von der man einige mechanische Fertigkeit voraussetzen kann.

Man interessire soviel Personen als möglich an der Anlage, damit im Falle, wenn während des Betriebes der Anlage irgend ein kleines Malheur vorkommen sollte, auch verständige Leute zur Hand seien, welche

Digitized by Google

schnell und an richtiger Stelle abhelfen können. Besonders gut thut es, den Leiter des Etablissements über alle Details der Anlage auf dem Laufenden zu erhalten, damit selber später den Wärter der elektrischen Anlage controliren und überwachen könne.

Werden von Seite des Etablissements Arbeiter zur Hilfe gegeben, so verlange man vor Allem Schreiner oder Mechaniker, wie solche fast in jedem industriellen Unternehmen zu finden sind. Solche Leute, welche ein mechanisches Handwerk gelernt haben, sind zur Herstellung von Löthstellen, zum Spannen der Drähte, zur Anbringung der Apparate u. s. w. sehr gut zu brauchen und machen ihre Sache auch viel gründlicher und gewissenhafter als z. B. gewöhnliche Fabriksarbeiter, welchen das Verständniss für die technischen Erfordernisse einer solchen Anlage abgeht.

Die Arbeiten selbst beginnen mit der Herstellung des Weges für die Leitung. Wo nothwendig, werden sofort die Mauerdurchbrüche in Angriff genommen, es werden die Löcher für die Holzdübel geschlagen, die Metalltheile, über welche die Leitungen führen sollen, als Traversen, eiserne Säulen u. s. w., werden mit Holz verkleidet oder es werden an selben Isolatoren angebracht. Auch wird mit der Fundirung für die Dynamo begonnen. Vorausgesetzt hierbei wird, dass die nothwendige Transmission schon früher in Arbeit gegeben wurde und sich bei Eintreffen des Monteurs in gebrauchsfähigem Zustande befindet.

Während dieser Vorarbeiten kann sich der Monteur mit der Revision und Zählung seines Materiales befassen, dasselbe mit den wirklichen Bedürfnissen vergleichen und sofort nachbestellen, was fehlt. Ein Versäumniss dieses

Digitized by Google

Erfordernisses verursacht später viel Aufenthalt in der Arbeit und unnütze Transportkosten.

Sollten die Vorarbeiten lange Zeit in Anspruch nehmen, was häufiger der Fall ist, als man auf den ersten Augenblick glauben mag, kann man mit den Nebenleitungen überall dort beginnen, wo sie leicht auszuführen sind. Hierdurch gewinnt der Monteur selbst mehr Einblick in die Installation und macht sich sowohl mit selber, als auch mit dem ganzen Gebäude vertraut; eine wichtige Sache, die man sich so bald als möglich aneignen sollte.

Bei Herstellung der Nebenleitungen tritt uns die Frage entgegen: Wie sollen die Lampen angebracht werden, damit sie ihren Zweck auch recht erfüllen?

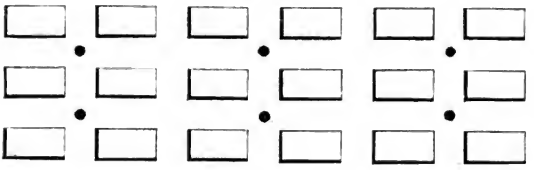
Als Antwort hierauf können wir, wie überhaupt in diesem ganzen Buche, blosse Erfahrungsregeln geben, welche sich natürlich nicht auf alle Gebiete erstrecken, sondern vielmehr blos als Beispiele für einzelne Fälle dienen sollen. Allgemeine Regeln lassen sich schwer geben und wo sie gegeben sind, treffen sie in vielen Fällen gar nicht zu.

Webereien und Spinnereien. Als Einheitstype wird für die ganze Anlage die 16kerzige Glühlampe gewählt. Von den normalgebauten Webstühlen werden gewöhnlich vier für eine Lampe genommen, welch letztere in der in Fig. 106 angedeuteten Weise placirt wird. Wie man sieht, hat hier eine Lampe das nöthige Licht für vier Stühle (metiers, looms) zu liefern; sie muss daher wenigstens $2^1/_2$ Meter über dem Fussboden angebracht sein, damit sie keine schwarzen Schatten werfe. Das ausgestrahlte Licht verliert durch die Höhe der Lampe etwas an seiner Intensität, aber man vergesse nicht, dass das Licht, je näher es dem zu beleuchtenden

Digitized by Google

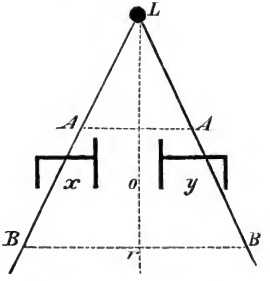
Gegenstande gerückt wird, auch desto schwieriger sich vertheile und sehr leicht gebrochen wird. Wenn wir uns das ausgestrahlte Licht als einen Kegel denken (Fig. 107), dessen Spitze die Lampe *L* bildet, so wissen wir auch, dass die

Fig. 106.



grösste Lichtintensität sich nahe an *L* befinden muss und dass dieselbe immer mehr abnehmen muss, je mehr sie sich von *L* entfernt. Die in *A* befindlichen Gegenstände werden unzweifelhaft mehr und besseres Licht erhalten als die in *B* befindlichen, jedoch werden die in *A* befindlichen, wenn sie zufällig in die Strahlenlinie *LB* fallen, an allen jenen Theilen, welche ausserhalb dieser Linie fallen, schwarzen Schatten erhalten, der im directen Verhältniss zur Intensität des Lichtes steht und umso schwärzer wird, je kräftiger das geworfene Licht ist.

Fig. 107.



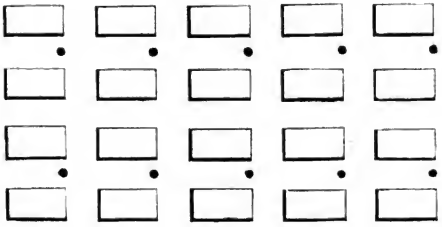
Nehmen wir an, es seien *x* und *y* zwei Webstühle, so finden wir, dass, wenn dieselben in *o* placirt sind, so dass die Lampe eine Höhe *oL* hat, ein Theil des Stuhles ausserhalb der Strahlenlinie *LB* fällt. Denken wir uns

Digitized by Google

aber xy nach unten, nach r gerückt, so fallen sie noch innerhalb der Grenzlinien des Lichtkegels, erhalten zwar ein etwas schwächeres Licht, sind aber in allen ihren Partien beleuchtet und die von dem Stuhle selbst geworfenen Schatten sind unbedeutend.

Wir speciell sind keine Freunde des Vierstuhlsystems, welches überhaupt nur dort angewendet werden kann, wo grober und einfärbiger Faden verwebt wird. Wir ziehen es vor, statt der 16kerzigen Lampe die zehnkerzige als Einheitstype zu wählen und dieselbe für je

Fig. 108.



zwei Webstühle anzuwenden (Fig. 108). Auch hier wird angenommen, dass ein Weber zwei Stühle auf einmal zu besorgen hat. Derselbe nimmt gewöhnlich an der Mitte des einen Stuhles Platz, dreht sich auf dem Absatz herum, um nach seinem anderen Stuhle zu sehen und so fort. Würde die Lampe in der Mitte über beiden Webstühlen angebracht sein, so wird der Körper des Webers, falls sich dieser über das Gewebe bückt, jedesmal einen Schatten auf dasselbe werfen. Bei unserer Anordnung kommt das Licht von der Seite, und zwar von der dem Weber zur rechten Hand gelegenen. Die

Digitized by Google

Lichtwirkung einer Lampe ergänzt in diesem Falle jene der anderen.

Die Anlagekosten und der Lampenverbrauch vertheuern sich jedenfalls durch diese Anordnung. Nehmen wir an, wir hätten 800 Webstühle, so brauchten wir 200 16kerzige oder aber 400 10kerzige Lampen. In ersterem Falle hätten wir einen Verbrauch an mechanischer Kraft von 20 Pferdekräften, in letzterem einen solchen von 25 Pferdekräften. Der letztere Fall entspricht aber mehr den praktischen Bedürfnissen als der erstere, und wir haben schon mehrere Beispiele gehabt, dass das bereits eingerichtete Vierstuhlsystem in das Zweistuhlsystem umgeändert wurde und hierdurch dem von uns aufgestellten Grundsatze gehuldigt wurde, es sei eine elektrische Beleuchtungsanlage in die möglichst grösste Anzahl von Lichtstellen aufzutheilen.

Die Zausler- und Schlagmaschinen (whipper, batteur, éplucheur et étaleur) erfordern je eine Lampe. Dieselbe kann so nahe als möglich angebracht werden und braucht nur 8 Kerzen Leuchtkraft zu besitzen. Sie wird nicht über zwei Meter hoch angebracht und mit einem weiss lackirten Schirm versehen, der häufig gereinigt werden muss.

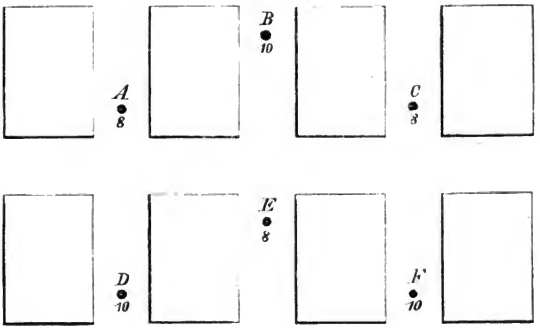
Die Grob- und Feinkarden erfordern etwas stärkere, und zwar allgemeine Beleuchtung. Die Lampen werden wenigstens 70 Centimeter über der totalen Höhe der Karde angebracht. Entweder rechnet man auf eine Karde eine Lampe von 10 Kerzen oder aber für je zwei eine solche von 16 Kerzen Leuchtkraft.

Sind, wie in Fig. 109 angedeutet, die Karden in Reihen aufgestellt und in einem Saale vereinigt, so lässt man die Lampen am besten intermittiren und rückt die eine *A* an das Vordertheil der Karde, während die nächst-

Digitized by Google

folgende *B* um die Kardenlänge zurückgerückt wird. Man erhält hierdurch eine gleichmässigere Vertheilung der Lampen, deren Leuchtkraft ebenfalls intermittirend gewählt werden kann, so dass z. B. *ACE* 8 Kerzen, *BDF* aber 10 Kerzen stark sind. Es ist wohlverstanden, dass bei diesem System die Lampen in gleicher Höhe angebracht werden und nur mit flachen Schirmen versehen werden dürfen.

Fig. 109.



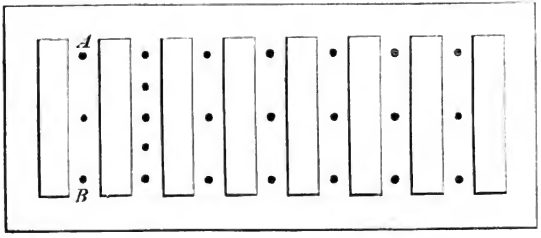
Die sonstige Einrichtung einer Spinnerei ist ziemlich einfach. Die Vorspinnmaschinen (bancs à broches, flyer), die Feinspinnmaschinen (Water or trostle machine, mulejenny's, selfactors) u. s. w. sind zumeist in Sälen aufgestellt, deren Längenachse sie rechtwinkelig schneiden (Fig 110).

Hier werden die Lampen genau in der Mitte des Ganges angebracht, welcher sich zwischen je zwei Reihen Streck- oder Zwirnmaschinen befindet. Die Lampe soll 70 Centimeter über der höchsten Spindelreihe angebracht sein und flachen Schirm haben.

Digitized by Google

Gewöhnlich berechnet man die Leuchtkraft der Lampen nach der Anzahl der Arbeiter, welche in je einem Gange arbeiten. Auf je einen Arbeiter werden 8 Kerzen gerechnet. Setzen wir voraus, in einem Gange hätten 6 Arbeiter die Spindeln zu besorgen, so haben wir entweder 3 Lampen zu 16 Kerzen, oder 5 Lampen zu 10 Kerzen anzubringen. Wir würden es in diesem Falle vorziehen, 5 Lampen anzubringen, da die Lichtvertheilung eine viel bessere ist, was besonders bei der Zwirnung des Fadens von grosser Wichtigkeit ist.

Fig. 110.



Weniger häufig berechnet man die anzuwendende Lampentype nach der Anzahl der Spindeln. Es kämen beiläufig 10 Spindeln auf eine Kerze, so dass ein Grobflyer mit 60 Spindeln 6 Kerzen, ein Mittelflyer mit 80 Spindeln 8 Kerzen, ein Feinflyer mit 100 Spindeln 10 Kerzen Leuchtkraft benöthigen würde.

In Buchdruckereien sind getrennt zu behandeln die Einrichtung des Setzersaales und jene der Maschinen. Was die gewöhnliche Gattung von Druckmaschinen anlangt, sind zwei Lampen unbedingt zu ihrer Beleuchtung nothwendig; eine dort, wo der weisse Bogen eingelegt

Digitized by Google

wird, die andere an der Stelle, wo der bedruckte Bogen wieder zum Vorschein kommt.

Beim Einlegen des Bogens hat der Arbeiter vorzugsweise auf die Stelle zu achten, wo der Bogen von den Klemmen aufgegriffen und von der Umdrehung des Cylinders mit sich fortgezogen wird. Die Lampe, welche nicht stärker als 8 Kerzen zu sein braucht, kann beiläufig 50 bis 60 Centimeter von der Einlegestelle entfernt sein, so dass sowohl der bei *B* aufliegende blanke Bogen als auch die bei *C* eingreifende Klemme gleichmässig und so hell als möglich beleuchtet werden (Fig. 111).

Fig. 111.

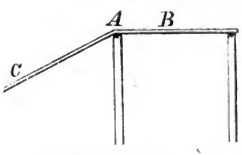
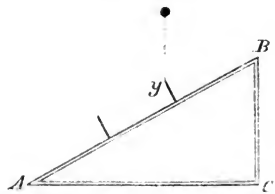


Fig. 112.



Schwieriger ist die Beleuchtung der Auslegestelle, weil dieselbe sehr nieder ist. Die Beleuchtung kann hier nur seitlich geschehen, weil bei Revision des Druckes der Arbeiter sich über den aus der Maschine kommenden bedruckten Bogen beugen muss, also ein jedes, von oben herabfallendes Licht durch den Körper des Arbeiters Schatten werfen würde. Am besten ist es, die Lampe zur linken Hand des Arbeiters anzubringen. Steht die Maschine nahe an einer Wand, kann die Lampe auch zu rechter Hand angebracht werden, und zwar an der Wand in einer Höhe von 1·00 bis 1·30 Meter.

Im Setzersaale sind vor Allem zu beleuchten die Setzerkasten. Dieselben benöthigen, da sie in viele Fächer

Digitized by Google

getheilt sind, von oben herabfallendes Licht. Um in diesem Falle, wie es benöthigt wird, eine genaue Lichtvertheilung zu ermöglichen, theilt man die Seite *A B* des rechtwinkeligen Dreieckes *A B C* (Fig. 112) in drei gleiche Theile und bringt die Lampe am letzten Drittel der Länge über *y* in einer Höhe von 30 Centimeter an. Nehmen wir an, *A B* sei 1·20 Meter, so müsste die Länge *A y* 80 Centimeter sein.

Wird die Lampe, welche wenigstens 8 Kerzen stark sein muss, in dieser Weise angebracht, so ist sie gerade so hoch, dass sie das Auge des Setzers nicht belästigt, dennoch aber ihr ganzes Licht auf den Kasten ausgiebt. Die leeren Fächer desselben werden selbstverständlich Schatten werfen, die mit Lettern gefüllten aber erhalten ein weisses, concentrirtes Licht, welches sowohl die Einschnitte als auch das Kopfende der Lettern leicht erkennen lässt.

Jeder Kasten erfordert eine Lampe für sich. Das mannigfach beliebte System, zwei nebeneinander stehende Kasten mit einer einzigen Lampe zu beleuchten, ist unbedingt zu verwerfen. Der Setzer soll das Manuscript zur Linken haben. Bei gemeinsamer Beleuchtung wirft die Lampe Licht auf die Rückseite eines Manuskripthalters (Tenakel), macht dasselbe transparent und unleserlich.

Die Corrigirplatten sind am besten mit verstellbaren Lampen zu versehen. Werden über denselben Aufhängungen angebracht, so sollen selbe nicht höher als 60 Centimeter von der Platte entfernt sein.

In Kesselhäusern sind die wichtigsten zu beleuchtenden Gegenstände die Manometer (Fig. 113). Es werden die Lampen daher am zweckmässigsten gerade gegenüber

Digitized by Google

den Manometern, jedoch etwas höher als dieselben angebracht, damit ein Theil der Strahlen auch nach dem Dampfdom falle, welcher zu jeder Zeit leicht zugänglich sein soll und häufig revidirt werden muss. Ein Anbringen der Lampen, so dass die Strahlen nicht seitlich, sondern von oben herunter fallen, ist nicht anzurathen, weil sowohl die Hähne als auch die Indicatorröhren der Manometer unter sich Schatten werfen, welche ein ge-

Fig. 113.

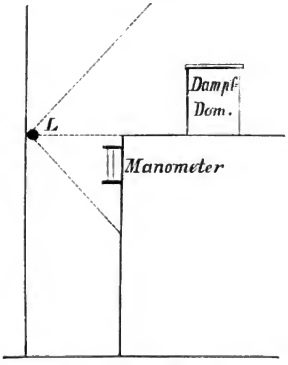
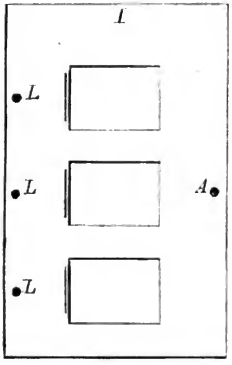


Fig. 114.



naues Ablesen des jeweiligen Wasserstandes unmöglich machen.

Fig. 114 zeigt die Anordnung einer Kesselanlage, bei welcher angenommen ist, dass sich der Injector bei *I* befinde. Hinter den Kesseln haben wir noch einen Gang, in welchem sich ein combinirtes Dampf- und Wasserröhrensystem befindet, welches sehr oft beaugenscheinigt werden muss. Vor jedem der Kessel ist eine Lampe *L* anzubringen, welche wenigstens 10 Kerzen

Digitized by Google

Leuchtkraft besitzt. Die Lampen sollen an einer weissgetünchten Wand angebracht sein, so dass die letztere gewissermassen als grosser Reflector wirkt. Schirme oder Reflectoren sind an den Lampen selbst nicht anzubringen. Für den Injector *I* ist keine separate Beleuchtung anzubringen, da derselbe genügendes Licht erhält. Bei *A* genügt eine Lampe, ebenfalls von 10 Kerzen, um den Gang hinter den Kesseln zu erleuchten. Für die Lampen vor den Kesseln bestimmen die Manometer die Höhe; die Lampe bei *A* kann 2·50 Meter vom Boden entfernt sein.

Bei Dampfmaschinen ist die Beleuchtungsart je nach Gattung der Maschine eine ziemlich verschiedene. Vorzugsweise verlangen Licht die Steuerung und der Regulator. Auch hier ist es besser, wenn das Licht seitlich einfällt, als dass es von oben kommt, jedoch wird man nur in den selteneren Fällen mit einer einzigen Lampe auskommen.

Eine Lampe lässt sich verwenden bei feststehenden, vom Generator getrennten, eincylindrigen oder kleineren zweicylindrigen Motoren. Hier wird die Lampe entweder rechts oder links, beiläufig 20 bis 30 Centimeter von der Base entfernt, in einer Höhe von 2 bis 2·50 Meter mit einem flachen weissen Schirm angebracht.

Bei Zwillingsmotoren kann die Lampe zwischen den beiden Schiebersystemen ebenfalls in einer Höhe von 2·50 Meter angebracht werden, doch ist es nöthig, ausserdem den Motor seitlich zu beleuchten, und zwar an dem Kurbelende, damit die Lichtvertheilung im ganzen Raume eine gleichmässige sei und alle Schmiervorrichtungen genügend beleuchtet seien.

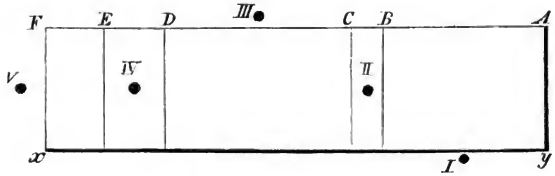
Bei Locomobilen sind zwei kleine Lampen nöthig, und zwar eine dicht vor den Manometern und eine über

Digitized by Google

der ganzen Maschine als allgemeine Beleuchtung. Es ist unmöglich, hier alle besonderen speciellen Fälle aufzuführen; man nehme nur bei jedem zum Grundsatz, das Licht lieber zu theilen, als das Ganze mit einer einzigen Lampe beleuchten zu wollen.

In Papierfabriken ist die grösste Sorgfalt auf die Beleuchtung der Papiermaschinen selbst zu verwenden. Ohne hier zu versuchen, auf eine genaue Beschreibung einer Papiermaschine einzugehen, ist es doch nothwendig, dem Monteur die Construction derselben dermassen zu

Fig. 115.



erklären, dass wir sagen, jede Papiermaschine bestehe aus folgenden Theilen (Fig. 115):

1. *A B* der Tisch, auf welchem der Papierbrei von dem in ihm enthaltenen Wasser losgerüttelt wird;

2. *B C* eine Passage, über welche der feuchte Bogen in die Trockencylinder tritt;

3. *C D* das System der Trockencylinder, über welche der Bogen läuft;

4. *D E* ein grosses Rad, auf welchem der trockene fertige Bogen aufgerollt wird, und

5. der Tisch, auf welchem der endlose Bogen zerschnitten wird.

Zur guten Beleuchtung einer solchen Maschine sind wenigstens 5 Lampen von je 16 Kerzen Leucht-

Digitized by Google

kraft nothwendig, welche folgendermassen disponirt werden:

Lampe I wird seitlich von der Maschine angebracht. Am besten wäre es wohl, sie über den Tisch selbst in der Mitte anzubringen, aber es wäre in diesem Falle eine Auswechslung während des Betriebes unmöglich. Auch ist zu fürchten, dass, wenn durch einen unglücklichen Zufall die Lampe zerschlagen würde, ein Glassplitter das theure und feine Metallgewebe zerstören würde. Die Höhe der Lampe I ist 2 Meter vom Boden.

Lampe II kann in der Mitte über dem durchlaufenden Bogen angebracht werden, und zwar beiläufig 40 Centimeter über demselben. Hier ist besonders gutes und concentrirtes Licht nothwendig, damit der Bogen so transparent als möglich werde. Hier wird nämlich sehr oft nachgesehen, ob der Brei gut durcheinandergerüttelt sei und keine Klumpen enthalte, mit einem Worte, ob das zur Trocknung gelangende Papier Gleichmässigkeit und Reinheit besitze.

Das Cylindersystem *CD* ist sehr schwer zu beleuchten. Wegen der sich entwickelnden und condensirenden Dämpfe ist es zumeist mit einem Schutzdach versehen, so dass nur eine seitliche Beleuchtung, und zwar so niedrig als möglich, angebracht werden kann. Gewöhnlich kommt die Lampe in einer Höhe von 1·20 Meter vom Boden zu stehen und wird mit einem Reflector versehen, der aber, wenn es möglich ist, kein metallischer sein soll. Am besten ist es, eine Art weiss gemalter Wand von 1·50 Meter Länge aufzustellen, in deren Mitte die Lampe angebracht wird. Ist eine Mauer in der Nähe, rücke man diese Wand an dieselbe und man kann damit noch auf einen Meter Entfernung ein

Digitized by Google

intensives Licht gegen die Cylinder werfen. Metallische, vernickelte oder versilberte Reflectoren machen das geworfene Licht röthlich und nehmen ihm viel von seiner Intensität.

Lampe IV wird in der Mitte, und zwar recht hoch angebracht, um wie Lampe II den Bogen transparent zu machen. Das Rad, welches den endlosen Bogen aufrollt, hat meistens über zwei Meter Durchmesser, es würde also die Lampe beiläufig drei Meter oder noch etwas höher vom Boden entfernt kommen. Für diese Lampe sowohl als auch für Lampe II empfehlen sich kleine Schirme, deren Wände in einem Winkel von 25 bis 30 Grad geneigt sind.

Lampe V kann nach Belieben in einer Höhe von 2·50 Meter vom Boden angebracht werden.

Ausser diesen fünf Lampen wird noch eine gerechnet für das Reservoir, aus welchem der Papierbrei geschöpft wird, und zwar soll diese Lampe sowohl das Innere des Reservoirs als auch die Pumpe selbst beleuchten. Ausserdem wird noch als allgemeine Beleuchtung eine Lampe in der Mitte der Linie xy (die totale Länge der Maschine) angebracht, und kann selbe etwa einen Meter seitlich von dieser Linie fallen.

Ausser diesen erwähnten Maschinen giebt es über die Beleuchtung einer Papierfabrik nichts Besonderes zu erwähnen, als das in einem vorigen Capitel Gesagte über die Feuchtigkeit und die schädliche Wirkung des Chlors.

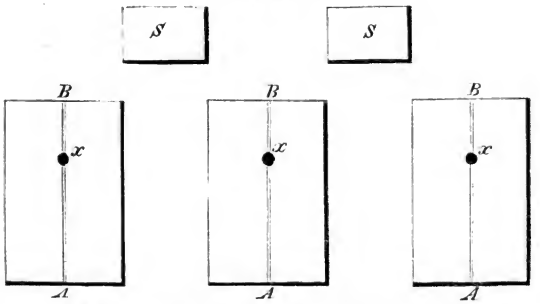
Die Säle, in welchen das fertig geschnittene Papier revidirt, gezählt und in Lagen (rames) zusammengelegt wird, müssen besonders gut beleuchtet werden. Man rechnet hierbei vier Kerzen auf eine Arbeiterin. Das Licht kann ebenfalls mit kleinen Schirmen versehen werden

Digitized by Google

und soll 50 bis 60 Centimeter von der Tischfläche entfernt sein. Gewöhnlich befindet sich in dem Rangirsaale auch eine Wage, für welche eine Lampe reservirt werden muss, welche jedoch 2·50 Meter vom Boden entfernt zu sein hat, da die auf die Wage kommenden Papierstösse oft eine Höhe von über 1·50 Meter erreichen.

Im Saale der Satineure sind für je eine Arbeiterin acht Kerzen zu rechnen. Hierbei ist auch das nöthige Licht für die Satinirmaschine mit inbegriffen, welche von

Fig. 116.



einem Arbeiter bedient wird. Gewöhnlich befinden sich im Saale doppelte Tische (Fig. 116), welche durch eine Anstossleiste *A B* von einander getrennt sind. Die Satinirmaschinen *S* befinden sich am Längsende der Tische. Die Lampen werden an der durch *x* angedeuteten Stelle dermassen angebracht, dass *B x* beiläufig ein Drittel der gesammten Tischlänge *A B* ausmacht. Die Lampen müssen wenigstens 16 Kerzen Leuchtkraft haben, da die Tische breit sind und auch noch die Satinirmaschinen genügend Licht abbekommen sollen. Es sind flache Schirme anzuwenden.

Digitized by Google

Die Lumpensortirung wird selten beleuchtet. Licht erhalten blos die Siedekessel an ihren Einfüllöffnungen. Bleibt noch der Saal der Cylinder, in welchem der ausgekochte Brei durchgerüttelt, ausgewaschen und mit Bleichlauge versetzt wird. Es giebt zwei Typen dieser Apparate, welche hauptsächlich aus einem verdeckten Tambour bestehen, der hier dieselbe Rolle spielt, wie bei den Spinnereien die Karde. Zu beleuchten ist blos der Brei, welcher zu beiden Seiten des Tambours sichtbar wird. Vier, fünf Kerzen genügen für einen solchen Apparat kleinerer Gattung. Für die grösseren mögen acht Kerzen aufgewandt werden.

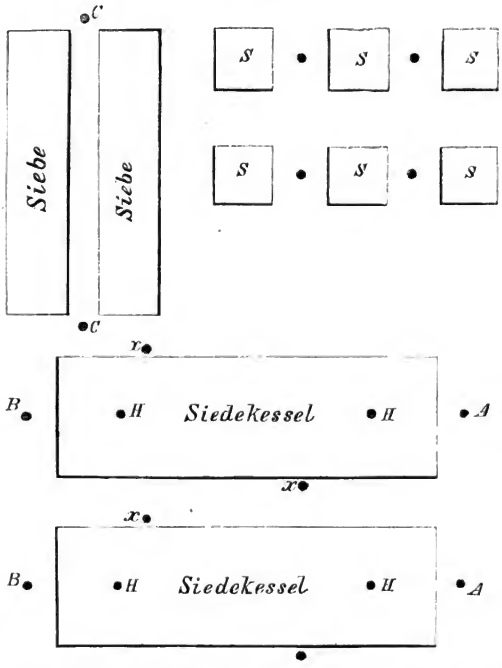
In Cellulosefabriken sind zu beleuchten die grossen Siedekessel, und zwar besonders die Manometer (Fig. 117). Dieselben befinden sich bei *x*, und zwar in einer Höhe von 2·50 bis 3·00 Meter vom Boden. Die Lampe, acht Kerzen stark, hat beiläufig 15 Centimeter höher als der Manometer zu kommen, und zwar 40 Centimeter von demselben entfernt, um die freie Aussicht nicht zu verhindern. Eine Lampe *A* vor dem Kessel und eine *B* hinter demselben dienen als allgemeine Beleuchtung und zur Begehung des Kessels, wenn der Sud vorüber ist. Vor dem Sud wird der Kessel von oben bei *H* beschickt. Es ist also bei jeder Beschickungsstelle eine wenigstens achtkerzige Lampe nothwendig, welche zu gleicher Zeit auch die Zufuhr der Holzspäne beleuchtet.

Ausserdem finden wir in Fig. 117 ein System von Sieben, in welchen der ausgelaugte Holzstoff gewaschen und durchgesiebt wird. Die 16kerzigen Lampen *CC* werden an den Enden der Wannen angebracht, um die dort befindliche complicirte Zahnradübersetzung zu be-

Digitized by Google

leuchten. Sie werfen genug Licht auf die Wannen und noch darüber hinaus und tragen so zur allgemeinen Beleuchtung des Fabriksraumes bei.

Fig. 117.



S S sind Holzschneide-Apparare, welche zumeist aus einer schweren Scheibe bestehen, in welcher Messer angebracht sind. Gegen diese Scheiben wird das zu verkleinernde Holzstück vorgeschoben, so dass es von den

Digitized by Google

Messern ergriffen wird. Diese Apparate wären am besten von oben, und zwar durch eine in die Mitte des Apparates fallende 8kerzige Lampe zu beleuchten; es werden aber fortwährend durch die rotirende Scheibe Holzstücke in die Höhe geschleudert, welche die Lampe stets gefährden. Man bringt daher eine 16kerzige Lampe für zwei Apparate, und zwar zwischen beiden an.

Ausserdem sind zu beleuchten in einer Cellulosefabrik die Pyritöfen, in welchen der Schwefelkies verbrannt wird, ferner die Bassins für den Holzbrei, die Pumpen, die Thürme für die unterschweflige Säure, die Magazine u. s. w. Besondere Beachtung hat man in einer solchen Fabrik den schwefligen Dämpfen zuzuwenden, welche sich aus den Siedekesseln verflüchtigen. Alle offenen Contactstellen sind zu vermeiden, die Drähte sind besonders gut zu isoliren, die Lampen sind in ihren Hältern zu verkitten, damit keine schädlichen Gase in dieselben eindringen.

In Zuckerfabriken und -Raffinerien bilden den wichtigsten Theil der Beleuchtung die Vacuum-Siede-Apparate. Die Anbringung der Lampen ist ziemlich schwierig, da sie überall dort, wo sie gebraucht werden, die Passage stören und sehr leicht dem Zerbrechen ausgesetzt sind. Man bringe daher vor Allem in dem betreffenden Raume eine allgemeine Beleuchtung in der gewöhnlichen Höhe von 2·50 Meter vom Boden an, und hat man sich überzeugt, dass das Licht gleichmässig vertheilt sei und keine groben Schatten werfe, kann man zur speciellen Beleuchtung der einzelnen Apparate schreiten.

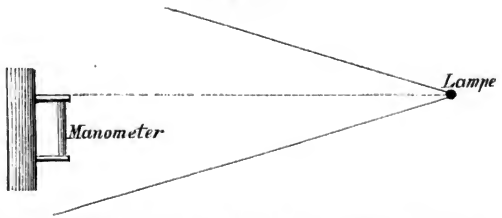
Dieselbe findet entweder dermassen statt, dass man vor jedes Lugfenster der Apparate eine kleine Lampe

Digitized by Google

anbringt und sie durch schwere Glasglocken oder andere Sicherheitsvorrichtungen vor dem Zerbrechen schützt, oder aber, dass man die Lampen einfach an den Drähten befestigt und sie je nach Gebrauch an eigens hiefür angebrachten Haken aufhängt.

Die Diffuseure erfordern keine specielle, sondern blos eine allgemeine Beleuchtung. Besondere Aufmerksamkeit ist zu verwenden auf die Manometer der Diffuseure, welche gewöhnlich an einem complicirten Röhrensystem angebracht sind, das ungemein viele Schatten

Fig. 118.



wirft. Die Beleuchtung, welche von oben beinahe ganz unmöglich ist, hat daher seitlich zu geschehen, und zwar in der Weise, dass sich die Lampe nur um ein Weniges über dem Manometer erhoben befindet, dass also der Lichtkegel den Manometer mit voller Intensität treffe (Fig. 118).

Die Filtrir-Apparate erfordern wenig Licht; 5 bis 6 Kerzen genügen für jeden einzelnen. Man habe bei diesen Apparaten Acht auf die sich entwickelnden Dämpfe und verfahre mit allen Vorsichtsmassregeln, wie sie bei Installationen im feuchten Raume üblich sind.

Ziemlich gutes Licht erfordern die Centrifugen, in welchen der Rohzucker geschleudert und seines Wasser-

Digitized by Google

gehaltes entledigt wird. Es ist nicht rathsam, die Lampe gerade über der Centrifuge anzubringen. Entweder hänge sie neben oder aber vor derselben, jedoch immerhin in einer Höhe von 2 bis 2·50 Meter. 4 Kerzen genügen vollständig für eine Centrifuge; will man zwei Apparate mit einer Lampe beleuchten, nehme man eine 10kerzige. Ausserdem bringe man in einer Höhe von 2·50 bis 3 Meter eine 16kerzige Lampe als allgemeine Beleuchtung an, wenn mehr als zehn Centrifugen in einem Saale vereinigt sind.

Die Trockenräume werden am besten mit 8 Kerzenlampen beleuchtet. Da die Begehung derselben in einer gewissen Ordnung stattfindet, vergesse man nicht, jeden einzelnen Raum mit einem Ausschalter zu versehen, damit man nicht genöthigt sei, diese Räume auch im Nichtgebrauchsfalle beleuchtet zu lassen.

Magazine, Emballage- und Sortirräume, Press- und Sägemaschinen, Pumpen, Schnitzel- und andere Hilfsmaschinen verlangen zu ihrer Beleuchtung keiner besonderen Anweisung.

Wird in einer Fabrik das Entzuckerungsverfahren der Melasse angewendet, so befinden sich die dazu gehörigen Apparate gewöhnlich in einem isolirten Gebäude, da die bei diesem Verfahren entwickelten Alkoholdämpfe sehr gefährlich sind und schon manche Explosionen verursacht haben. Obwohl die Glühlampen keineswegs gefährlich sind, so ist dennoch anzurathen, dieselben, falls sie neben den Verdampf-Apparaten Anbringung finden, ausserdem noch mit einer luftdicht schliessenden Glasglocke zu umgeben. Es könnte hie und da eine Lampe zerbrochen werden und da von dem Verfasser Dieses in Russland angestellte Versuche ergeben haben, dass

Digitized by Google

das Zerbrechen einer Lampe in Alkoholdampf genügt, um die Explosion des letzteren hervorzurufen, ist es gerathen, solchen Eventualitäten vorsichtigerweise vorzubeugen.

Dieselbe Gefahr existirt auch in Pulverfabriken, jedoch in geringerem Masse. Dennoch aber thut man gut, in solchen die Leitungen sowohl als auch die Lampen von aussen anzubringen. Entweder man benützt die bereits vorhandenen Fenster und Oberlichter, oder aber man lässt dort, wo die Beleuchtung gewünscht wird, solche ausbrechen. Bei neu zu erbauenden Pulverfabriken, welche mit elektrischer Beleuchtung eingerichtet werden sollen, versehe man die zu beleuchtenden Räume mit Oeffnungen, welche nach dem Innern des Raumes trichterförmig auslaufen, deren Flächen aber nur wenig gegen den Punkt geneigt sind, bei welchem das Licht der von aussen angebrachten Lampe eintritt.

In Tapetenfabriken sind getrennt zu behandeln die Farbenherstellung und der Druck. Beide verlangen eine ökonomische und möglichst genaue Lichtvertheilung. In den Räumen, wo die Farben gemischt und gerieben werden, ist blos eine allgemeine Beleuchtung möglich. Die Lampen werden 2 bis 2·50 Meter hoch über dem Boden angebracht und kann man 4 Quadratmeter auf 10 Kerzen rechnen.

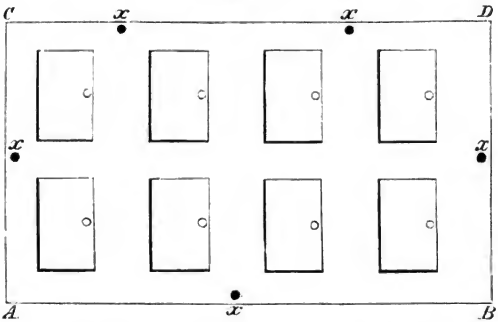
In den Sälen, wo die Tapeten gedruckt werden, ist vor Allem für eine allgemeine Beleuchtung vorzusorgen. Nehmen wir an, in Fig. 119 sei *A B C D* ein Saal, in welchem acht Druckpressen Aufstellung gefunden haben. Die Construction derselben ist eine derartige, dass eine Lampe, werde sie an der Presse, an welch immer für einem Ort angebracht, nicht genügende Beleuchtung

Digitized by Google

liefern wird, weil sowohl der durchlaufende Bogen als auch das Gerüste der Presse Schatten werfen und die Presse von beiden Seiten, vor- und rückwärts beleuchtet werden muss.

Wir werden daher, um vorerst den Raum gleichmässig, wenn auch weniger hell zu beleuchten, fünf Lampen x in einer Höhe von 3 Meter (nicht weit vom Plafond oder gerade unter demselben) anbringen. Es

Fig. 119.



wird vorausgesetzt, dass der Plafond sowohl, als auch die Wände stets weiss getüncht und sauber erhalten bleiben, da selbe besonders dort, wo helles, reines Licht verlangt wird, als Reflectoren eine wichtige Rolle spielen. Das von diesen fünf Lampen geworfene Licht vertheilt sich auf den Boden und auf den Plafond. Beide reflectiren das erhaltene Licht zurück und ihre gegenseitige Brechung verbreitet im ganzen Raume eine gleichmässige Helle, in welcher die Maschinen blos Halbschatten werfen. Um dieselben ganz unmerklich zu machen, bringen wir

Digitized by Google

ausserdem für jede Presse eine specielle Lampe ○ an, die beiläufig über den Farbekasten zu hängen kommt. Dieselben werden ebenfalls hoch genug gehängt, brauchen aber blos 8 Kerzen Leuchtkraft zu haben.

Dasselbe System, zuerst für eine allgemeine Beleuchtung des Arbeitsraumes zu sorgen und erst hinterher an eine specielle Beleuchtung der Maschinen zu gehen, kann mit dem besten Erfolg angewendet werden in: Federfabriken, Glasschleifereien, Chocoladefabriken, Tuchfabriken, Destillerien, Fayencerien, Passementerien, Färbereien u. s. w.

Wir schliessen unsererseits die Serie concreter Beispiele für die Beleuchtung industrieller Etablissements und wollen hier nur noch bemerken, dass dieselben sich auch auf andere verwandte Fabrikationszweige anwenden lassen. Der Monteur hat vor Allem zu prüfen, ob und o das Licht von oben oder seitlich einzufallen habe, hierauf hat er zu untersuchen, ob eine allgemeine Beleuchtung nothwendig ist, was überall der Fall ist, wo besonders helles Licht verlangt wird, und dann erst hat er an die zweckmässigste Anordnung der speciellen Beleuchtung zu gehen.

* * *

Wir wollen nun wieder auf die Montage selbst zurückkommen. Nachdem die Arbeiten zur Herstellung der Hauptleitung beendet wurden, soll dieselbe so bald als möglich an Ort und Stelle angebracht werden. Sobald die erste Nebenleitung mit der Hauptleitung verbunden wurde, hat man das Fertiggestellte auszuprüfen.

Zu diesem Zwecke verbindet man die Hauptleitung an ihren Anfangsstücken mit einer Batterie und einer

Digitized by Google

gewöhnlichen Klingel. Vorderhand hat man blos „kurzen Schluss" in den Leitungen zu vermeiden, welcher, falls er während der Arbeit eintreten sollte, sofort durch die Klingel angezeigt wird. Es soll keine Drahtverbindung, keine Löthstelle, kein Schraubencontact angebracht werden, ohne dass derselbe zuvor nicht auf seine Güte untersucht worden wäre. Nur in solchem Falle kann man darauf rechnen, dass bei den ersten Beleuchtungsversuchen auch Alles klappt.

Nachdem die Legung der Hauptleitung begonnen hat und die ersten Nebenleitungen bereits ihre Anschlüsse an dieselbe gefunden haben, beginne man die Dynamo aufzustellen.

Man verwende die denkbar grösste Sorgfalt darauf, dass die Base der Dynamo vollkommen wagerecht sei und nach keiner Seite abhängt. Ebenso gewissenhaft untersuche man auch, ob die Achse des Stromerzeugers mit der Transmissionsachse parallel sei, und lasse sich die Mühe nicht verdriessen, selbst die geringste Differenz richtigzustellen.

Ist dies besorgt, mag man den Riemen auflegen und die Dynamo vor Allem leer laufen lassen. Der Riemen wird so straff als möglich gespannt, damit er sich ausdehne und so bald als möglich in den Zustand gelange, in welchem das weitere Strecken aufhört. Nachdem man sich vergewissert hat, dass der Stromsammler zwischen den Magnetpolen vollkommen frei rotire und von denselben überall gleichen Abstand habe, kann man nachfühlen, ob sowohl die Lager der Dynamo, als auch jene des Vorgeleges sich nicht erwärmen. Ist dies der Fall, hat man Alles aufzubieten, um diesen Uebelstand verschwinden zu machen.

Digitized by Google

Geht Alles nach Wunsch, verbinde man die Dynamo mit der Hauptleitung, lasse in die mit selber bereits zusammenhängenden Lichthälter die Lampen einsetzen und beginne mit der ersten Probe. Derselben hat natürlicherweise eine sorgfältige Prüfung der Leitung vorauszugehen und ist die Probe erst dann zu unternehmen, wenn die Untersuchung ein befriedigendes Resultat ergeben und die Leitungen vollständig „rein" befunden worden waren.

Der Probe hat beizuwohnen das ganze Personale, welches directes Interesse an der Beleuchtung hat. Der Wärter der Dynamo hat unter Anleitung des Monteurs die Bürstenhalter und die Bürsten anzusetzen, und benütze man diese Gelegenheit, um dem Wärter die Wichtigkeit einer gewissenhaften Wartung der Dynamo vor Allem einzuschärfen und an's Herz zu legen.

Zu gleicher Zeit kann man auch versuchen, dem Wärter die Functionirung jedes einzelnen Theiles der Dynamo zu erklären und ein kleines Schema des Stromlaufes zu geben, welches man vorbereitet, wenn ein solches vom Fabrikanten der Dynamo nicht mitgegeben wurde.

Nachdem alle Lager gut geölt sind und eine letzte Umschau ergeben hat, dass Alles in Ordnung sei, mag man die Maschine anlaufen lassen. Zuerst lasse man sie langsam rotiren, befühle die Lager, gebe immer mehr Geschwindigkeit zu und schalte, wenn die vorschriftsmässige Tourenzahl erreicht ist, die Leitungen ein.

Der Stromregulator hat in der Nähe zu sein, um allen Eventualitäten allsogleich gerecht werden zu können. Man fühle mit einem Stück Eisen an die Pole der Maschine, ob dieselben sich magnetisiren. In demselben Momente, als der Magnetismus der Pole so kräftig wird,

Digitized by Google

dass das angehaltene Eisen plötzlich angezogen wird, schalte man durch den Regulator einen beträchtlichen Widerstand ein, damit die Intensität des Stromes unter dem normalen Mass bleibe. Die Lampen werden also, statt weissglühend zu werden, blos roth glühen. Sobald diese Erscheinung eintritt und man dessen gewiss ist, dass die normale Tourenzahl erreicht ist, mag man den Regulator verlassen und nach den Bürsten sehen.

In demselben Momente, als der Strom in der Dynamo thätig zu werden beginnt, fangen die Bürsten gewöhnlich zu prasseln an und werfen beträchtlich grosse Funken. Man hat daher schnell bei der Hand zu sein und den Hebel, an welchem die Bürsten befestigt sind, in eine solche Lage zu bringen, dass die Funken beinahe verschwinden.

Ist dies geschehen, mag man untersuchen, ob die Bürsten nicht zu hart oder zu leicht aufliegen. Im letzteren Falle lassen sich die anfänglich auftretenden Funken nicht beseitigen, und man hat daher vorerst durch Regelung der Feder am Bürstenhalter für einen guten Contact zwischen Bürstenhalter und Stromsammler zu sorgen. Liegen im Gegentheile die Bürsten zu hart auf, so fühlt man dies sofort, indem man die Hand auf den Collector auflegt. Nimmt man wahr, dass sich kleine Furchen einschneiden oder aber lassen sich auf der Handfläche Kupferpartikelchen nachweisen oder aber hört man ein eigenthümliches Geräusch, welches sich am besten mit einem Feilenstrich vergleichen lässt, so mag man sicher sein, dass die Bürsten oder aber eine von ihnen zu hart aufliegen.

Ist man mit dieser Angelegenheit im Reinen und lassen sich keine Funken mehr wahrnehmen, mag man

Digitized by Google

die durch den Regulator eingeschalteten Widerstände wieder ausschalten, hat aber dabei fortwährend die Bürsten im Auge zu behalten. Zeigen sich wieder, diesmal aber ganz kleine Funken, so regulirt man am Hebel der Bürstenhalter so lange, bis auch diese verschwunden sind.

Man lasse nun die Dynamo beiläufig eine Stunde laufen und lasse selbe durch den zukünftigen Wärter bedienen, ihn zu Fragen aufmunternd und in den Erklärungen fortfahrend. Sehr oft kommt es vor, dass die Lager der Dynamo, welche beim Leerlaufen keinen abnormalen Zustand gezeigt hatten, plötzlich heiss werden. In diesem Falle hat man nun grosse Vorsicht zu beobachten und man darf es keineswegs darauf ankommen lassen, dass die Lager bis zu einem solchen Grade heiss werden, dass man sie nicht mehr anfühlen kann. Wie sich nur eine geringe Erwärmung zeigt, lasse man sofort Putzwolle kommen, welche in Wasser getaucht und auf das Lager aufgelegt wird. Diese Auflage muss jede zwei, drei Minuten erneuert werden, damit sie immer kühl bleibe und die auftretende Wärme sofort binde.

Hat dies nicht die gewünschte Wirkung, so schraube man die Schmiergefässe ab und beginne mit einem anderen Verfahren. Man nehme eine langhalsige Flasche, giesse in dieselbe drei Viertheile Wasser und ein Viertheil Olivenöl, rüttle das Ganze fest durcheinander und giesse die Mischung in kurzen Zwischenräumen direct auf die Achse des Stromerzeugers auf. Zu gleicher Zeit fahre man fort, gut angefeuchtete Putzwolle auf die Lager aufzulegen. Im Nothfalle kann die angegebene Mischung auch durch Seifenwasser ersetzt werden. Hie und da wird auch Schwefelblüthe an-

Digitized by Google

gewendet, welche, mit Oel vermischt, auf die Achse geträufelt wird; wir unsererseits aber haben mit diesem Verfahren noch nie Erfolg erzielt und zweifeln überhaupt an dessen Wirksamkeit bei schnell rotirenden Maschinen.

Bei dem ersten Versuche hat man noch nicht nothwendig, ein Messinstrument in den Strom einzuschalten. Der erfahrene Monteur vermag die an der Dynamo erzielte Klemmenspannung mit freiem Auge abzuschätzen, und zwar an der Lampe selbst. Es ist gut, den zukünftigen Wärter der Dynamo auf diese Fähigkeit aufmerksam zu machen, und zwar folgendermassen:

Die Dauer der Glühlampe ist abhängig von der in ihr entwickelten Leuchtkraft. Es kann kein empfindlicheres Ding geben, als die Glühlampe. Wird auch nur während einer Stunde von einer Lampe mehr Leuchtkraft verlangt als jene, welche für sie angegeben ist, so dauert sie auch um wenigstens 50 Brennstunden kürzer, als wenn sie immer auf der gehörigen Leuchtkraft erhalten worden wäre. Ein und dieselbe Glühlampe, welche unter normalen Verhältnissen blos 16 Kerzen Leuchtkraft hat, kann durch Erhöhung der Klemmenspannung der Dynamo bis auf 100 Kerzen Leuchtkraft gebracht werden, aber auf Kosten ihrer Dauer.

Man darf für eine gute, fehlerlose Glühlampe eine Durchschnittsdauer von 1500 Stunden annehmen. Nehmen wir an, dieselbe sei 16 Kerzen stark und werde immer auf derselben Leuchtkraft erhalten. Ueberschreiten wir dieselbe, so nimmt auch die Dauer der Lampe rapid ab, und zwar in einem bestimmten Verhältniss, das sich ungefähr folgendermassen ausdrücken lässt:

Eine für 16 Kerzen berechnete Glühlampe dauert:

Digitized by Google

1500	Stunden	bei	constanter	Leuchtkraft	von	16	Kerzen,
350	"	"	"	"	"	20	"
70	"	"	"	"	"	25	"
14	"	"	"	"	"	30	"
4	"	"	"	"	"	40	"
1	Stunde	"	"	"	"	60	"
1	Minute	"	"	"	"	90	"
30	Secunden	"	"	"	"	100	"

Um nun unter allen Umständen sicher zu sein, dass die erlaubte Leuchtkraft der Lampe nicht überschritten wurde, betrachte man die Lampe. Der Kohlenfaden erscheint uns, nehmen wir an:

in schwarzem Zustand	$^4/_{10}$	Millimeter	dick,
so erscheint er uns:			
in kirschrothem Zustand . . .	$^5/_{10}$	"	"
in hellrothem Zustand	$^8/_{10}$	"	"
in goldglänzendem Zustand . .	$^{10}/_{10}$	"	"
in weissglühendem Zustand . .	$^{15}/_{10}$	"	"
in blauschimmerndem Zustand .	$^{20}/_{10}$	"	"

Wie wir sehen, dass der Kohlenfaden in seiner Gluth beinahe doppelt so dick erscheint, als er es in kirschrothem Zustand gewesen, können wir sicher sein, dass die normale Leuchtkraft überschritten worden ist. Die Gluth der Kohle muss das Mittel halten zwischen Goldglanz und gelblich angehauchtem Weiss. So wie sich die Weissgluth mit einem bläulichen Colorit bedeckt, so wie der weissglühende Kohlenfaden mit zartblauen oder gar lichtvioletten Rändern eingefasst zu sein scheint, ist die normale Leuchtkraft weit überholt. Je mehr über das Mass hinausgegangen wird, desto violetter wird der Kohlenfaden. Das Innere des Glaskörpers scheint sich mit einem dünnen leuchtenden Gase zu füllen, der

Digitized by Google

Kohlenfaden wirft immer sichtbarere Strahlenbündel, die im Innern der Lampe selbst gebrochen zu werden scheinen, das Auge wird geblendet und der Glaskörper selbst erhitzt sich in bedenklichem Masse.

Um diese Symptome der nahenden Zerstörung der Lampe zu veranschaulichen, lasse man alle Lampen von den Leitungen entfernen und opfere eine oder zwei für Experimente auf. Man bringe ihre Leuchtkraft so hoch als möglich und lasse sie durch den Strom zerstören. Doch müssen diese Experimentallampen entfernt angebracht werden, da es sehr häufig vorkommt, dass überangestrengte Lampen anstatt blos durch Bruch des Kohlenfadens zu enden, in tausend Stücke zerplatzen. Mit diesem Experimente hat man auch der ersten Neugierde Genüge gethan, die, wenn sie nicht von vorneherein befriedigt wird, später desto grössere Opfer fordert. Wir unsererseits haben noch wenig Clienten oder Wärter getroffen, welche nicht auf eigene Faust heimliche Experimente machten und so lange an Dynamo und Regulator herummanipulirten, bis Etwas in die Brüche gegangen war. Es ist besser, ein oder zwei Lampen von vorneherein aufzuopfern, als später mehrere Dutzend durch Experimente zu verlieren, welche von schlecht informirten, neugierigen und vielleicht auch wissensdurstigen Personen angestellt werden würden.

Nach Beendigung des ersten Versuches fährt man mit der Herstellung der Leitung fort, wiederholt jedoch jeden Abend die Versuche, die sich auf alles früher und während des Tages Hergestellte ausdehnen. Auf diese Weise wird der Wärter noch während der Anwesenheit des Monteurs tüchtig geschult und ist beim Verlassen

Digitized by Google

desselben so ziemlich am Laufenden über die Wartung der Dynamo.

Ein musterhaftes Beispiel vorzüglicher Wartung von Dynamomaschinen bildet die elektrische Beleuchtungsanlage am neuen Centralbahnhof in Strassburg, an welcher Verfasser dieses thätig mitgearbeitet und unter Anderen die 1100 Glühlampen umfassende Installation des Verwaltungsgebäudes selbständig herstellte. Die von der kaiserlichen Generaldirection der Reichseisenbahnen aufopferungsvoll ergriffene Initiative ist durch ein Werk gekrönt worden, welches in den Annalen der Elektrotechnik als epochemachend dasteht und wenn sich das elektrische Licht in Europa zu einer grossen Bedeutung emporgehoben hat, ist die kaiserliche Generaldirection eine der Ersten, welcher hiefür allgemeine Anerkennung gebührt. Die Erhaltung der Anlage und der musterhafte Betrieb des elektrischen Theiles derselben, die geringe Abnützung des Materials und vorzüglicherweise der Dynamos ist zum grössten Theil Verdienst des kaiserlichen Telegraphen-Oberinspectors Hieronymi und seines umsichtigen Mitarbeiters, Telegraphen-Controlor Averdick. —

Nachdem die ganze Anlage beendet, sorge man für eine würdige Ausstattung des Raumes, in welchem die Dynamo aufgestellt wird und bringe die Messinstrumente, einen Voltmeter und einen Ampèremeter an. Man mache den Wärter auf die Bedeutung derselben aufmerksam und veranlasse auch den Clienten, an der Hand dieser Instrumente den Wärter häufig zu controliren. Ist dies Alles in Ordnung, kann der Monteur die Anlage verlassen.

Digitized by Google

DAS

ELEKTRISCHE LICHT

und die hierzu angewendeten

Lampen, Kohlen und Beleuchtungskörper.

Dargestellt von

DR. ALFRED VON URBANITZKY.

Mit 89 Abbildungen. 15 Bogen. Octav. Geh. Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.
Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

Die elektrischen

Beleuchtungs-Anlagen

mit besonderer Berücksichtigung

ihrer praktischen Ausführung.

Dargestellt von

DR. ALFRED VON URBANITZKY.

Mit 62 Abbildungen. 16 Bogen. Octav. Geh. Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.
Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

Digitized by Google

DIE

Elektrischen Leitungen

und ihre Anlage

für alle Zwecke der Praxis.

Von

J. ZACHARIAS.

Mit 72 Abbildungen. 16 Bogen. Octav. Geh. Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.
Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

Die

Reparatur und Unterhaltung

der

Elektrischen Leitungen

für alle Zwecke der Praxis.

Von

J. ZACHARIAS.

Mit 94 Abbildungen. 16 Bogen. Octav. Geh. Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.
Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 Mark.

Digitized by Google

Durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes zu beziehen:

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

Mit vielen Illustrationen. Jeder Band einzeln zu haben.

Die hier angegebenen Preise verstehen sich für gebeftete Exemplare. Gebunden pro Band 45 Kr. = 80 Pf. Zuschlag für den Einband.

		fl.	M.
1. Band.	Maier, **Die Ausbrüche, Secte und Südweine.** 2. Aufl.	1.20	= 2.25
2. Band.	Schönberg, **Spiritus- und Preßhefe-Fabrication.** 2. Aufl.	1.65	= 3.—
3. Band.	Gaber, **Die Liqueur-Fabrication.** 4. Aufl.	2.50	= 4.50
4. Band.	Askinson, **Die Parfumarie-Fabrication.** 2. Aufl.	2.50	= 4.50
5. Band.	Wiltner, **Die Seifen-Fabrication.** 3. Aufl.	1.65	= 3.—
6. Band.	Rüdinger, **Die Bierbrauerei**	3.30	= 6.—
7. Band.	Freitag, **Die Zündwaaren-Fabrication**	1.35	= 2.50
8. Band.	Perl, **Die Beleuchtungsstoffe**	1.10	= 2.—
9. Band.	Andres, **Die Fabrication d. Lacke, Firnisse u. d. Siegellackes.** 3. Aufl.	1.65	= 3.—
10. Band.	Bersch, **Die Essig-Fabrication.** 2. Aufl.	1.65	= 3.—
11. Band.	Eschenbacher, **Die Feuerwerkerei.** 2. Aufl.	2.20	= 4.—
12. Band.	Raufer, **Die Meerschaum- und Bernsteinwaaren-Fabrication**	1.10	= 2.—
13. Band.	Askinson, **Die Fabrication der ätherischen Oele**	1.65	= 3.—
14. Band.	Krüger, **Die Photographie**	4.—	= 7.20
15. Band.	Dawidowsky, **Die Leim- und Gelatine-Fabrication.** 2. Aufl.	1.65	= 3.—
16. Band.	Rehwald, **Die Stärke-Fabrication.** 2. Aufl.	1.65	= 3.—
17. Band.	Lehner, **Die Tinten-Fabrication.** 3. Aufl.	1.65	= 3.—
18. Band.	Brunner, **Die Fabrication der Schmiermittel.** 3. Aufl.	1.20	= 2.25
19. Band.	Wiener, **Die Lohgärberei**	4.—	= 7.20
20. Band.	Wiener, **Die Weissgärberei**	2.75	= 5.—
21. Band.	Joclét, **Die chemische Bearbeitung der Schafwolle**	2.75	= 5.—
22. Band.	Husnik, **Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks.** 3. Aufl	2.20	= 4.—
23. Band.	Hausner, **Die Fabrication der Conserven und Canditen**	2.50	= 4.50
24. Band.	Lehmann, **Die Fabrication des Surrogat-Kaffees u. des Tafelsenfes**	1.10	= 2.—
25. Band.	Lehner, **Die Kitte und Klebemittel.** 2. Aufl.	1.—	= 1.80
26. Band.	Friedberg, **Die Fabrication der Knochenkohle und des Thieröles**	1.65	= 3.—
27. Band.	Piaz, **Die Verwerthung der Weinrückstände**	1.35	= 2.50
28. Band.	Pick, **Die Alkalien**	2.50	= 4.50
29. Band.	Müller, **Die Bronzewaaren-Fabrication**	1.65	= 3.—
30. Band.	Joclét, **Handbuch der Bleichkunst**	2.75	= 5.—
31. Band.	Lang, **Die Fabrication der Kunstbutter.** 3. Aufl.	1.—	= 1.80
32 Band.	Zwick, **Die Ziegel-Fabrication**	4.60	= 8.30
33. Band.	Bersch, **Die Fabrication der Mineral- und Lackfarben**	4.20	= 7.60
34. Band.	Pick, **Die künstlichen Düngemittel**	1.80	= 3.25
35. Band.	Krüger, **Die Zinkogravure.** 2. Aufl.	1.65	= 3.—
36. Band.	Capaun-Karlowa, **Medicinische Specialitäten.** 2. Aufl.	1.35	= 2.50
37. Band.	Römen, **Die Colorie der Baumwolle**	2.20	= 4.—
38. Band.	Weiss, **Die Galvanoplastik.** 2. Aufl.	1.80	= 3.25
39. Band.	Piaz, **Die Weinbereitung und die Kellerwirthschaft**	2.20	= 4.—
40. Band.	Thenius, **Die technische Verarbeitung des Steinkohlentheers**	1.35	= 2.50
41. Band.	Bersch, **Die Fabriosation der Erdfarben**	1.65	= 3.—
42. Band.	Heckenast, **Die Desinfectionsmittel**	1.10	= 2.—
43. Band.	Husnik, **Die Heliographie**	2.50	= 4.50
44. Band.	Bersch, **Die Fabrication der Anilinfarbstoffe**	3.60	= 6.50
45. Band.	Capann-Karlowa, **Chemisch-technische Specialitäten**	1.35	= 2.50
46. Band.	Joclét, **Die Woll- und Seidendruckerei**	3.60	= 6.50
47. Band.	R. v. Regner, **Die Fabrication des Rübenzuckers**	1.65	= 3.—
48. Band.	Wouwermans, **Farbenlehre**	1.20	= 2.25
49. Band.	Uhlenhuth, **Vollständige Anleitung zum Formen und Giessen**	1.10	= 2.—
50. Band.	A. v. Regner, **Die Bereitung der Schaumweine**	2.75	= 5.—
51. Band.	Zwick, **Kalk- und Luftmörtel**	1.65	= 3.—
52. Band.	Krupp, **Die Legirungen**	2.75	= 5.—
53. Band.	Capaun-Karlowa, **Unsere Lebensmittel**	1.10	= 2.—
54. Band.	Krüger, **Die Photokeramik**	1.35	= 2.50
55. Band.	Thenius, **Die Harze**	1.80	= 3.25
56. Band.	Pick, **Die Mineralsäuren**	2.75	= 5.—
57. Band.	Ritter, **Wasser und Eis**	2.20	= 4.—
58. Band.	Zwick, **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement**	2.50	= 4 50
59. Band.	Miller, **Die Glasätzerei**	1.—	= 1.80

Ausführliche Prospecte gratis.

Google

Durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes zu beziehen:

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

Mit vielen Illustrationen. Jeder Band einzeln zu haben.

Die hier angegebenen Preise verstehen sich für geheftete Exemplare. Gebunden pro Band 45 Kr. = 80 Pf. Zuschlag für den Einband.

		fl.	M.
62.	Band. Hoffer, Kautschuk und Guttapercha	1.80	= 3.25
63.	Band. Joclét, Die Kunst- und Feinwäscherei	1.—	= 1.80
64.	Band. Artus, Grundzüge der Chemie	3.30	= 6.—
65.	Band. Randau, Die Fabrication der Emaille	1.65	= 3.—
66.	Band. Gerner, Die Glasfabrication	2.50	= 4.50
67.	Band. Thenius, Das Holz und seine Destillationsproducte	2.50	= 4.50
68.	Band. Boeck, Die Marmorirkunst	1.—	= 1.80
69.	Band. Esslinger, Die Wachstuchfabrication	1.35	= 2.50
70.	Band. Böckmann, Das Celluloid	1.—	= 1.80
71.	Band. Fürstenau, Das Ultramarin	1.—	= 1.80
72.	Band. Burgmann, Petroleum und Erdwachs	1.80	= 3.25
73.	Band. Schlosser, Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle	1.65	= 3.—
74.	Band. Müller, Das Gasbeleuchtung im Hause und die Selbsthilfe des Gasconsumenten	1.10	= 2.—
75.	Band. Pick, Die Untersuchung der gebräuchlichsten Stoffe	2.50	= 4.50
76.	Band. Hartmann, Das Verzinnen	1.65	= 3.—
77.	Band. Sykora & Schiller, Chemie der Rübensaftreinigung	1.80	= 3.25
78.	Band. Keim, Die Mineralmalerei	1.—	= 1.80
79.	Band. Saldau, Die Chocoladefabrication	1.80	= 3.25
80.	Band. Jünemann, Die Briquette-Industrie	2,75	= 5.—
81.	Band. Japing, Die Darstellung des Eisens	1.80	= 3.25
82.	Band. Wiener, Die Lederfärberei	1.65	= 3.—
83.	Band. Thalmann, Die Fette und Oele	1.65	= 3.—
84.	Band. Meitz, Die Fabrication der moussirenden Getränke	1.10	= 2.—
85.	Band. Wagner, Gold, Silber und Edelsteine	1.80	= 3.25
86.	Band. Horatius, Die Fabrication der Aether und Grundessenzen	1.80	= 3.25
87.	Band. Andés, Die technischen Vollendungsarbeiten der Holzindustrie	1.35	= 2.50
88.	Band. Ruprecht, Die Fabrication von Albumin und Eierconserven	1.20	= 2.25
89.	Band. Keim, Die Feuchtigkeit der Wohngebäude	1.35	= 2.50
90.	Band. Miller, Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl	1.35	= 2.50
91.	Band. Jünemann. Die Fabrication des Alauns	1.35	= 2.50
92.	Band. Seemann, Die Tapete	2.20	= 4.—
93.	Band. Hermann, Die Glas-, Porzellan- und Emailmalerei	2.20	= 4.—
94.	Band. Bersch, Die Conservirungsmittel	1.35	= 2.50
95	Band. Urbanitzky, Die elektrische Beleuchtung	2.20	= 4.—
96.	Band. Wilfert, Presshefe, Kunsthefe und Backpulver	1.10	= 2.—
97.	Band. Japing, Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner	3.30	= 6.—
98.	Band. Wipplinger, Die Keramik od. d. Fabricat. v. Töpfergeschirr u. s w.	2.50	= 4.50
99.	Band. Koppe, Das Glycerin	1.35	= 2.50
100.	Band. Toifel, Handbuch der Chemigraphie	1.80	= 3.25
101.	Band. Lehner, Die Imitationen	1.80	= 3.25
102.	Band. Andés, Die Fabrication der Copal-, Terpentinöl und Spirituslacke	3.—	= 5.40
103.	Band. Japing, Kupfer und Messing	1.65	= 3.—
104.	Band. Reis, Die Bereitung der Brennerei-Kunsthefe	—.80	= 1.50
105.	Band. Bersch, Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege	2.50	= 4.50
106.	Band. Luhmann, Die Fabrication der Dachpappe und der Anstrichmasse für Pappdächer	1.80	= 3.25
107.	Band. Heinze, Anleitung zur chemischen Untersuchung und rationellen Beurtheilung der landwirthschaftlich wichtigsten Stoffe	1.80	= 3.25
108.	Band. Schuberth, Das Lichtpausverfahren	—.80	= 1.50
109.	Band. Richter, Zink, Zinn und Blei	1.80	= 3.25
110.	Band. Friedberg, Die Verwerthung der Knochen auf chemischem Wege	2.20	= 4.—
111.	Band. Oehme, Die Fabrication der wichtigsten Antimon-Präparate	1.10	= 2.—
112.	Band. Krüger, Handbuch der Photographie der Neuzeit	2.20	= 4.—
113.	Band. Japing, Draht und Drahtwaaren	3.60	= 6.50
114.	Band. Wiltner, Die Fabrication der Toiletteseifen	2.20	= 4.—
115.	Band. Andés, Handbuch für Anstreicher und Lackirer	1.80	= 3.25
116.	Band. Hödl, Anwendung der Theerfarben	1.35	= 2.50
117.	Band. Andés, Verarbeitung des Hornes, Elfenbeines etc.	1.65	= 3.—
118.	Band. Wilfert, Kartoffel- und Getreide-Brennerei	3.—	= 5.40

Ausführliche Prospecte gratis.

Digitized by Google

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTROTECHNIK.

Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein in Wien.

Redaction: J. Kareis.

Jährlich 24 Hefte à 2 Bogen Gross-Octav, mit vielen Illustrationen. III. Jahrgang 1885.

Pränumerationspreis 8 fl. = 16 Mark pro Jahrgang. Halbjährlich 4 fl. = 8 Mark.

Jeden Monat, Mitte und Ende, werden zwei Hefte ausgegeben. Der Bezug kann durch alle Buchhandlungen (Beträge m. Postanweis.) und die Postämter des In- und Auslandes erfolgen.

Der erste Jahrgang dieser Zeitschrift kostet 6 fl. = 12 Mark.
„ zweite „ „ „ „ 8 „ = 16 „

Die physikalischen Grundsätze
der
ELEKTRISCHEN KRAFTÜBERTRAGUNG.

Eine Einleitung in das Studium der Elektrotechnik
von **Josef Popper.**

Mit einer Figurentafel. 4 Bogen. Gross-Octav. Geheftet. Preis 80 Kr. = 1 M. 50 Pf.

Die atmosphärische Elektricität. Von Luigi Palmieri. Mit Zustimmung des Verfassers aus dem Italienischen übersetzt von Heinr. Discher, k. k. Telegraphen-Official. Mit 8 Abbild. 4 Bog. Oct. Geh. Preis 50 Kr. = 1 Mark.

Elektrische Erscheinungen und Theorien. Kurzer Abriss eines Curses von sieben Vorlesungen, abgehalten in der Royal Institution of Great Britain von John Tyndall. Mit des Autors Bewilligung in das Deutsche übertragen von Joseph v. Rosthorn. 7 Bog. Oct. geh. Preis 1 fl. = 1. M. 80 Pf.

Kleines Handwörterbuch, enthaltend das Wichtigste aus der Lehre der Elektricität. Von Wilhelm Biscan. Mit 70 Abbildungen. 6 Bogen. Klein-Oct. Handlich gebunden 80 Kr. = 1 M. 50 Pf.

Der Druck-Telegraph Hughes. Seine Behandlung und Bedienung. Speciell für Telegraphen-Beamte Von J. Sack, kaiserlicher Telegraphen-Inspector. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 48 Abbildungen. 10 Bogen. Octav. Geh. Preis 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

Das elektrische Potential oder Grundzüge der Elektrostatik. Von A. Serpieri, Prof. der Physik an der Universität u. d. Lyceum zu Urbino. Aus dem Italienischen in das Deutsche übertragen von Dr. R. v. Reichenbach. Autori-irte Ausg. Mit 44 Abbild. 16 Bog. Oct. Geh. Preis 1 fl. 65 kr. = 3 Mark.

Vorträge über Elektricität. Von John Tyndall. Mit des Autors Erlaubniss in das Deutsche übertragen von Joseph v. Rosthorn. Mit 53 Abbild. 10 Bog. Oct. Eleg. geb. Preis 1 fl. 20 kr. = 2 M. 25 Pf.

Die volkswirthschaftliche Bedeutung der Elektricität und das Elektromonopol. Von Arthur Wilke. 8 Bogen. Octav. Geheftet 80 Kr. = 1 M. 50 Pf.

Die chemische Theorie der secundären Batterien (Accumulatoren) nach Planté und Faure. Von J. H. Gladstone und Alfred Tribe. Aus dem Englischen von Dr. R. v. Reichenbach. Autorisirte Uebersetzung. 5 Bogen. Octav. Geheftet. Preis 55 Kr. = 1 Mark.

Die Elektricität
im Dienste der Menschheit.

Eine populäre Darstellung der magnetischen und elektrischen Naturkräfte und ihrer praktischen Anwendungen.

Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft bearbeitet
von **Dr. Alfred Ritter von Urbanitzky.**

Mit 830 Illustr. 69 Bogen. Gross-Octav. Geheftet in 2 Halbbänden à 3 fl. = 5 M. 40 Pf.
In elegantem Original-Prachtband 7 fl. 20 kr. = 13 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Digitized by Google

Bibliothek des Eisenbahnwesens.

Band I.

GESCHICHTE DES EISENBAHNWESENS

von Dr. Theodor Haberer.

10 Bogen. Octav. Eleg. geb. 1 fl. 10 kr. = 2 M.

Band II.

DAS TARIFWESEN DER EISENBAHNEN

dessen betriebsökonomische Aufgaben und Stellung
im wirthschaftlichen und socialen Staatsleben der Gegenwart

von J. F. Schreiber
Eisenbahn-Centralinspector.

17 Bogen. Octav. Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 M.

Band III.

HANDBUCH
des
TELEGRAPHENDIENSTES DER EISENBAHNEN

von A. Prasch
Ingenieur.

Mit 117 Abbildungen. 11 Bogen. Octav. Eleg. geb. 1 fl. 65 kr. = 3 M.

Band IV.

REPETITORIUM
der
MATHEMATIK UND ELEKTRICITÄTS-LEHRE.

Für die Bedürfnisse der Eisenbahn-Praxis elementar behandelt

von J. Krämer
Ingenieur, Docent für Elektrotechnik am höheren Curse der Fortbildungsschule für Eisenbahn-Beamte.

Mit 127 Abbildungen. 12 Bogen. Octav. Eleg. geb. 1 fl. 65 kr. = 3 M.

Band V.

DER TRANSPORTDIENST DER EISENBAHNEN

von Sigismund Weill
Bureauchef der österreichischen Nordwestbahn.

19 Bogen. Octav. Eleg. geb. 2 fl. 20 kr. = 4 M.

Band VI.

Das
OESTERREICHISCHE EISENBAHNRECHT.

Systematisch dargestellt von Dr. Theodor Haberer.

38 Bogen. Octav. Eleg. geb. 4 fl. 40 kr. = 8 M.

Digitized by Google

A. Hartleben's Elektro-technische Bibliothek.

Mit über 2000 Illustrationen.

In Bänden, geheftet à 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop.; eleg. geb. à 2 fl. 20 kr. = 4 Mark = 5 Fr. 35 Cts. — 2 R. 40 Kop.
Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Inhalt der Sammlung:

I. Band. Die magnetelektrischen und dynamoelektrischen Maschinen und die sogenannten Secundär-Batterien, mit besonderer Rücksicht auf ihre Construction. Von Gustav Glaser-De Cew. 4. Auflage. — II. Band. Die elektrische Kraftübertragung und ihre Anwendung in der Praxis, mit besonderer Rücksicht auf die Fortleitung und Vertheilung des elektrischen Stromes. Von Eduard Japing. 2. Auflage. — III. Band. Das elektrische Licht. Von Dr. A. v. Urbanitzky. 2. Auflage. — IV. Band. Die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermoelektrischen Stromquellen, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von W. Ph. Hauck. 2. Auflage. — V. Band. Die Verkehrs-Telegraphie, mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Von J. Sack. — VI. Band. Telephon, Mikrophon und Radiophon, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von Theodor Schwartze. 2. Auflage. — VII. Band. Die Elektrolyse, Galvanoplastik und Reinmetallgewinnung, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Praxis. Von Ed. Japing. 2. Auflage. — VIII. Band. Die elektrischen Mess- und Präcisions-Instrumente. Ein Leitfaden der elektrischen Messkunde. Von A. Wilke. 2. Auflage. — IX. Band. Die Grundlehren der Elektricität, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendungen in der Praxis. Von W. Ph. Hauck. — X. Band. Elektrisches Formelbuch mit einem Anhange, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Prof. Dr. P. Zech. — XI. Band. Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Ausführung. Von Dr. A. von Urbanitzky. 2. Auflage. — XII. Band. Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. Von L. Kohlfürst. — XIII. Band. Die elektrischen Uhren und die Feuerwehr-Telegraphie. Von Dr. A. Tobler. — XIV. Band. Die Haus- und Hôtel-Telegraphie. Von O. Canter. — XV. Band. Die Anwendung der Elektricität für militärische Zwecke. Von Dr. Fr. Waechter. — XVI. Band. Die elektrischen Leitungen und ihre Anlage für alle Zwecke der Praxis. Von J. Zacharias. — XVII. Band. Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes. Von Josef Krämer. — XVIII. Band. Die Elektrotechnik in der praktischen Heilkunde. Von Prof. Dr. Rudolf Lewandowski. — XIX. Band. Die Spannungs-Elektricität, ihre Gesetze, Wirkungen und technischen Anwendungen. Von Prof. K. W. Zenger. — XX. Band. Die Weltliteratur der Elektricität und des Magnetismus, 1860 bis 1883. Von Gustav May. — XXI. Band. Die Motoren der elektrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb. Von Theodor Schwartze. — XXII. Band. Die Generatoren hochgespannter Elektricität. Von Prof. Dr. J. G. Wallentin. — XXIII. Band. Das Potential und seine Anwendung zur Erklärung elektrischer Erscheinungen. Von Dr. O. Tumlirz. — XXIV. Band. Die Unterhaltung und Reparatur der elektrischen Leitungen. Von J. Zacharias. — XXV. Band. Die Mehrfach-Telegraphie auf Einem Drahte. Von A. E. Granfeld. — XXVI. Band. Die Kabel-Telegraphie. Von M. Jüllig. — XXVII. Band. Das Glühlicht, sein Wesen und seine Erfordernisse. Von Etienne de Fodor. — XXVIII. Band. Geschichte der Elektricität. Von Dr. Gustav Albrecht.

Die Sammlung ist auch in Lieferungen à 30 Kr. = 60 Pf. = 80 Cts. = 36 Kop. nach und nach zu beziehen. — Einbanddecken pro Band 40 Kr. = 75 Pf. = 1 Fr. = 45 Kop.

Digitized by Google